

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉM. ALGLAVE

XCI

AUTRES TRAVAUX DU Dr GELLÉ

Étude [illegible] de la déchirure [illegible] dans la [illegible] des [illegible] (Paris, [illegible])
De la [illegible] au moyen du [illegible]
[illegible] (1880-88) [illegible]
[illegible] 1885
De la [illegible]
Des [illegible]
De [illegible] (Congrès de Rome, 1894)
Paralysie [illegible] (Congrès [illegible] de Berlin, 1890)
Article [illegible] du *Dict. de méd. et de chirurg.* [illegible]
[illegible]
Valeur [illegible] de l'épreuve des [illegible]
Cliniques [illegible] de la Salpêtrière (Service du Pr Charcot, [illegible])
[illegible] de la logette [illegible] (Congrès [illegible], 1885)
De [illegible]
De [illegible] dans les [illegible]
De l'audition [illegible] (Soc. Biol., [illegible])
De [illegible]
De [illegible]
De [illegible]
De [illegible]
Article [illegible]
Traitement [illegible] de l'oreille [illegible] (de A. Robin)

L'AUDITION

ET

SES ORGANES

PAR

LE Dr M. E. GELLÉ

Membre de la Société de Biologie



PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1899

L'AUDITION ET SES ORGANES

INTRODUCTION

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Quand le corps sonore est loin de nous, nous percevons d'abord un bruit vague, puis plus distinct, et dont la direction [illegible] nous le distinguons, nous le reconnaissons [illegible]

Aujourd'hui entendre et ouïr sont synonymes ; c'est la faculté du sens de l'ouïe. L'audition est la fonction des oreilles, du nerf acoustique et des centres cérébraux. Les organes sont les intermédiaires entre la sensation et le milieu ambiant ; ils sont affectés par la commotion des mouvements de la matière et surtout les mouvements vibratoires [illegible] moléculaires qui l'agitent constamment. C'est par l'oreille que nous percevons [illegible] phénomènes extérieurs. [illegible] à distance [illegible] nous mettons en contact avec les corps [illegible] mis en vibrations [illegible] mouvements propagés par l'air [illegible] commotions au système [illegible] les mouvements [illegible] nous extériorisons la sensation perçue. L'oreille fermée, tout disparaît.

L'homme possède une sensibilité sans cesse [illegible] la preuve par les phénomènes qui se passent autour de lui dans le milieu ambiant.

C'est de [illegible] entre ces deux éléments, l'un [illegible] la sensibilité organique [illegible] l'excitation extérieure, que naît la sensation sonore.

On [illegible] que les qualités de celle-ci dépendent des deux sources [illegible] est [illegible] la mesure de l'excitant que celle de la faculté de sentir.

Chacune des propriétés de la matière agit sur un de nos sens [illegible]

Chacun de nos sens est [illegible] par une modalité particulière [illegible] les vibrations lumineuses [illegible] le toucher [illegible]

Ensemble les sens [illegible]

de même pour les autres. Ainsi que le dit Lubbock, les organes des sens sont les fenêtres ouvertes sur le monde extérieur, et les phénomènes [illegible] suffisamment de durée et d'intensité éveillent la sensibilité de l'individu spécialement organisé dans le but d'établir ce rapport nécessaire à la connaissance [illegible]

[illegible] mouvement [illegible] sensation [illegible] résultat de [illegible] contre [illegible] sensibilité de l'homme [illegible] l'intensité [illegible] extérieur [illegible] comme [illegible] qui [illegible] ne sentent que peu [illegible] comprend et [illegible] tous les hommes.

On pourrait dire : [illegible] l'homme [illegible] la sensation.

Dans les communications incessantes avec le monde extérieur, les sensations sont des moyens de rapport d'après lesquelles nous jugeons les propriétés de la matière. [illegible] ignore les [illegible] le son et la parole [illegible]

[illegible] de la sensation [illegible] corps [illegible] dans l'espace [illegible] de M. [illegible]

Entre le corps extérieur agité de mouvements moléculaires et l'organe auditif il y a comme intermédiaire l'air dont les molécules sont animées de vibrations [illegible] qui se propagent du corps à l'oreille.

Il y a donc dans la genèse de la sensation sonore quelque chose [illegible] le mouvement se communique aux parties de l'organe [illegible]

C'est ainsi que l'organe [illegible]

vitesse, etc., ont une grande importance dans la production de la sensation acoustique. L'oreille forme en partie un instrument acoustique soumis aux lois physiques.

L'organe de l'ouïe doit dès lors posséder la résonance, l'élasticité et la mobilité qui sont les propriétés des corps élastiques susceptibles d'être mis en vibrations périodiques ou non. La perturbation du mouvement vibratoire en un point quelconque du système sensitif n'est possible que par le système de ces parties de l'appareil auditif; la transmission du son, en les altérant par la maladie, peut amener l'incapacité fonctionnelle qu'on nomme la surdité.

Puisque l'appareil périphérique de l'ouïe est un véritable instrument d'acoustique, pour comprendre l'audition il faut nécessairement tout d'abord savoir l'acoustique. C'est la connaissance préliminaire indispensable à qui veut apprendre le pourquoi, le comment de la propagation des vibrations et la conductibilité des rouages délicats de l'oreille.

L'audition étudie la sensation sonore, ses causes et ses effets physiologiques; elle analyse tout ce qui a trait à la fonction qui la donne et aux phénomènes qui se produisent dans l'oreille quand le mouvement vibratoire la pénètre; elle expose le rôle de chaque partie, la transmission du mouvement aux éléments les plus délicats et les plus subtils et le mode de communication des vibrations aux éléments nerveux sensibles.

Elle va plus loin : elle suit l'excitation sensorielle jusqu'aux centres nerveux cérébraux, aux foyers acoustiques; elle montre le rayonnement de cette impression sonore sur les sentiments, sur l'intelligence et les mouvements, et elle l'étudie toujours en tant que sonore, car l'action de la sensation auditive, indépendamment de toute signification convenue, s'étend au loin et tantôt excitante et réconfortante comme les sons rythmés et la parole, tantôt affaiblissante comme dans le vertige provoqué par l'excès d'excitation, ou même résolutive même dans les grandes commotions; elle manifeste une puissance incontestable sur l'intelligence, les mouvements et la sensibilité.

D'après cela, un travail sur l'audition ne peut que débuter par un chapitre court, clair et substantiel sur l'excitant du sens de l'ouïe, sur les vibrations, par l'exposé de leur nature

de l'organe [illegible] de la propagation, puisque l'oreille vibre aussitôt au son du courant sonore qui est venu la frapper.

De même, quelques notions d'anatomie auriculaire sont indispensables à propos de [illegible], puisque c'est l'instrument que l'on va voir fonctionner et dont nous traitons le jeu et les propriétés. Des aperçus seulement et des figures suffiront à rendre la compréhension facile sans nous attarder à des descriptions classiques [illegible] ; nous nous réservons d'entrer dans plus de détails à propos de quelques points principaux de physiologie dont l'étude exige une plus grande précision.

La sensation auditive et ses effets seront étudiés dans les chapitres suivants. On comprendra alors comment on devient sourd et sourd-muet, et pourquoi arrivé à un certain degré de surdité l'individu s'assourdit de plus en plus.

CHAPITRE PREMIER

L'EXCITANT DE L'OUÏE — VIBRATIONS SONORES

I. — LE SON, LES VIBRATIONS EXCITANT DE L'OREILLE

Origine du son. Qualités du son. — [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

mouvement vibratoire extérieur et il ne peut [illegible] sujet en [illegible] seule [illegible] une impression.

Cependant la sensation de son peut apparaître à la conscience sans qu'aucun phénomène vibratoire extérieur l'ait amenée. Une excitation spontanée ou anormale du nerf, provoquée par les causes diverses des lésions de l'audition, peut donner lieu à la production d'images subjectives [illegible] la raison en est [illegible] les centres de l'audition, comme le sens de l'ouïe est doué d'une sensibilité spécifique [illegible] pour le son comme le sens de la vue pour la lumière, et [illegible] sous l'influence d'une excitation quelconque est une sensation sonore subjective. Cette sensation spontanée [illegible] quoiqu'elle ne [illegible] de l'extérieur [illegible] c'est l'hallucination auditive. Par cette origine identique à celle de la sensation perçue [illegible] de l'extérieur [illegible] hallucination vraie.

Il résulte donc d'abord de la notion établie l'existence de cette *sensibilité spécifique* du sens de l'ouïe dont il sera parlé au cours de ce travail. S'il explique à toute excitation quelconque est liée une sensation de son, c'est pourquoi un sourd-muet [illegible] quelque temps peut rêver de sons de musique, etc. D'autre part, le [illegible] multiples [illegible] sentiment de la relation de la [illegible] de position par [illegible] de l'oreille, association du son [illegible] effets d'adaptation, etc. [illegible] de l'excitation [illegible] phénomènes de l'esprit.

De la notion de *tonalité* qui exclut celle du son constant, celle de la personnalité, qui toutes deux apparaissent aussi [illegible] le phénomène sonore [illegible] qu'elles naissent de [illegible] la vie, etc. Quel que soit le mode de production du son [illegible] on constate toujours qu'il s'accompagne de mouvements des molécules des corps élastiques, solides, liquides ou gaz, mouvements de va-et-vient [illegible].

La propagation [illegible] dans le vide [illegible] mais par contre on entend [illegible] la pression atmosphérique est

pression, comme dans les cloches à plongeurs, où l'air est plus dense. Les qualités de l'air conducteur du son importent à l'audition ; ce sont des notions d'acoustique classiques.

Le son offre des divisions naturelles. La sensation auditive peut être envisagée : 1° Au point de vue du temps, c'est-à-dire de la durée du phénomène vibratoire qui la fait naître ou de la hauteur, c'est-à-dire du nombre des ondes, ou de la tonalité ; mais aussi quant à la durée de l'excitation nécessaire à sa production ; enfin au point de vue de la durée de l'impression ;

2° Au point de vue de l'espace, c'est-à-dire sous le rapport de la masse du corps sonore, de l'intensité, de la forme des vibrations, de la distance, de la propagation par l'air, enfin de l'orientation ou latéralité ;

3° Dans ses causes mêmes, d'où vient le timbre, selon son rapport avec la nature de la source du son.

Le phénomène est donc ici étudié spécialement au physique et au physiologique, mais surtout du phénomène son, subjectif ; mais ces deux points de vue se tiennent étroitement.

On a pris l'habitude de distinguer surtout dans la sensation auditive les qualités saillantes qui en sont l'une d'elles que l'on semble rejeter comme isolées dans la classification des qualités du son et comme absolument distinctes dans leur genre, tandis qu'il n'en est rien. Ces éléments constitutifs de la sensation ne sont pas séparables, sinon pour les besoins de l'esprit qui analyse ; mais il doit être bien établi, pour retrouver la vérité, que la division classique est un artifice qu'on a toujours cru permis pour la clarté. Tout est plus simple, car tout se tient par une origine commune : les vibrations. D'autre part, les lois de l'intensité ne sont pas toujours en rapport avec celles des phénomènes vibratoires ; aussi la qualité personnelle varie. Peut-être aussi a-t-on trop de tendance à considérer le phénomène sonore comme un composé de ces qualités, tandis que celles-ci ne constituent que nos manières de sentir le phénomène vibratoire, qu'on ne peut au surplus décomposer en ses divers éléments sans l'altérer profondément.

Nous allons exposer successivement ces divers points de vue.

Les sons les plus simples sont les bruits innombrables qui se produisent dans la nature [illegible] par les animaux [illegible] très perceptibles pour la plupart [illegible] bruits [illegible] l'homme [illegible] de ses [illegible] beaucoup de ces bruits nous échappent par l'accoutumance [illegible] le [illegible] a rendu perceptibles quelques-uns.

On trouve dans les auteurs de magnifiques descriptions des bruits [illegible] des animaux [illegible] Humboldt [illegible] que la [illegible] croissante [illegible] plus intenses et plus nombreux [illegible] bruit des grandes villes est [illegible] sont des sons [illegible] multiples [illegible] qui font partie de la vie de tous et [illegible] nous [illegible] plus simples [illegible] les plus [illegible]

Il y a [illegible] d'exemples [illegible] Lubbock [illegible]

[illegible] par les insectes et leurs [illegible] les [illegible] les bruits [illegible] les sons [illegible] les [illegible]

Le son [illegible] avec sa [illegible] son [illegible] se présente et [illegible] des animaux [illegible] pour les [illegible] d'ad mettre avec [illegible] que [illegible] bruit c'est qu'ils [illegible] l'évolution [illegible] système nerveux.

Nous verrons plus loin [illegible] que les petits enfants

[illegible]

[illegible] entendent quelque peu [illegible] bruit et du tapage.

Sur l'oreille humaine [illegible] sons [illegible] ont une puissance [illegible] Ils sont très perçants. Les claquements, [illegible] ces sons nous frappent malgré nous. [illegible] du phonographe, [illegible] sont des premiers entendus par le sourd [illegible] cependant [illegible] Tyndall [illegible] deux individus qui ne percevaient point les bruits [illegible] (Tyndall, [illegible]).

On voit que l'on classe les bruits d'après leurs causes et [illegible] On les dit plus ou moins longs [illegible] dans tous les traités de physiologie, sur la distinction entre le bruit et le son [illegible] question [illegible] elle est classique [illegible] sons.

Bruit et son musical. — Citons quelques opinions des savants les plus autorisés.

Il est au moins curieux de connaître comment on a pu [illegible] les conditions du mouvement de l'air extérieur qui fait que dans un cas le mouvement cause la sensation du bruit et [illegible] celle des sons musicaux. [illegible] ne se trompent point dans cette différenciation.

Le bruit, dit Tyndall, produit [illegible] l'effet d'une succession irrégulière de chocs [illegible] impressions [illegible] le son musical [illegible] régulières et sans inégalités [illegible]

Comment cette [illegible] est-elle possible ? Par la [illegible] parfaitement [illegible] des impulsions de la membrane tympanique.

Le mouvement [illegible] est [illegible] régulièrement [illegible] le mouvement du pendule, par exemple, est périodique [illegible] ses oscillations [illegible] des ondes ou pulsations qui se suivent avec une régularité parfaite.

Mais de telles [illegible] sont beaucoup trop lentes pour exciter le

nerf auditif, pour obtenir une sensation musicale, il faut que le corps vibrant ait une certaine régularité de période, imprimant à l'air des secousses de plus en plus rapides. Le son continu est dû à la succession des ébranlements qui se suivent sans intervalle; ainsi se forme la sensation du son musical continu.

Au contraire, les pulsations produisant la sensation du bruit sont irrégulières dans leur forme et dans leur retour. Elles heurtent le nerf sans mesure; elles causent une confusion des ondes qui rend notre audition pénible; elle est désagréable, pénible, fatigante, comme par les changements brusques, les inégalités de forme, d'intensité et de durée.

Un son musical est un ensemble de [illegible] succession rapide de vibrations périodiques. Si chacun des chocs est [illegible] perçu, la sensation du bruit est celle de [illegible] son musical dépend [illegible] succession rapide [illegible] la sensation d'un son musical [illegible] l'accord d'une gamme.

Au moyen de la *roue dentée*, Savart a montré que deux chocs successifs suffisant à la formation d'un son qui reste [illegible] sensation continue et produit un musical agréable à mesure que les chocs se multiplient.

C'est ainsi que la genèse des sons musicaux a été étudiée par Savart. Tyndall [illegible] Tyndall (*loc. cit.*).

Au-dessous d'un certain nombre de vibrations on obtient les sensations [illegible] des chocs [illegible] plus [illegible] une vitesse suffisante le son continu [illegible] il est d'autant plus élevé que la rotation est plus vive.

Le bruit est donc produit par la succession irrégulière des chocs sonores [illegible] des ébranlements supportables par le nerf auditif.

Le professeur Mathias Duval (*Traité de physiologie*) ne dit pas autre chose. [illegible] Si les vibrations sont régulières et presque composées d'éléments complexes facilement analysables par l'oreille, c'est un son qui est perçu [illegible] irrégulières se superposant [illegible] le son, il [illegible] la production du *bruit*; mais il est [illegible] difficile de [illegible] la limite exacte à laquelle

cesse le son musical proprement dit et on commence [illegible] dans des *bruits*. (Dans *Dictionnaire de médecine*.)

Herzstein [illegible] — Parmi les sensations produites par le son, il en est une qui se distingue de toutes les autres et qui possède un caractère tout spécial.

C'est la sensation musicale qui nous fait distinguer le ton et le timbre. Toutes les autres sensations auditives qui ne possèdent pas [illegible] peuvent être désignées sous le nom de bruit.

Tâchons [illegible] nous faire assister à la genèse du son musical.

Un son musical, quelque simple qu'il paraisse, est formé par des sensations plus simples agglomérées et fondues pour ainsi dire en un seul.

Dès que [illegible] frappés à raison de seize par seconde sont entendus séparément, si la fréquence [illegible] augmente, une nouvelle sensation se dégage : la sensation de son musical.

Parmi les restes de bruits qui persistent encore et continuent à être distincts, elle se dégage comme un [illegible] d'espèce différente.

Enfin, les diverses sensations élémentaires [illegible] qui [illegible] l'opération [illegible] les unes aux autres. Il n'est plus distinct de la *sensation élémentaire semblable* [illegible] des bruits suivants. *Toutes ces semblables font un tout* [illegible] une sensation *unitaire*. [illegible] les sensations élémentaires [illegible] la simplicité [illegible] composable.

[illegible] comme [illegible] expérimentale.

[illegible] (*Sur le phonographe*) donne dans la planche II de son mémoire le graphique [illegible] phonographe [illegible] un [illegible] du son [illegible].

A la figure n° [illegible] pl. II [illegible] par un bruit [illegible] les irrégularités de la courbe [illegible] on [illegible] si l'on porte ses regards sur la figure [illegible] est le [illegible].

[illegible] *Le Sens* [illegible] (*Dr* [illegible] *pour* [illegible] II et III.

[illegible] obtenu par l'inscription phonographique d'une voix [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] entre un bruit et un son musical (fig. [illegible]).

La figure est, à ce point de vue, très démonstrative : elle montre les traces de bruits divers.

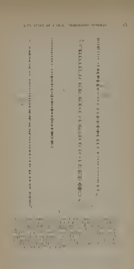
Cependant il y a bien des modes [illegible] des transitions insen-

Fig. [illegible]

sibles entre le son musical et [illegible] bruit.

Regardez [illegible] ces graphiques [illegible] de M. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]



[illegible] du phonographe par Du Moncel [illegible]

[illegible] phonographe [illegible] de plusieurs phrases [illegible] différentes [illegible]. On peut [illegible] jusqu'à trois [illegible] phrases.

Mais pour pouvoir les distinguer [illegible] du bruit [illegible] des personnes [illegible] attention [illegible] des phrases [illegible] comprendre.

La séparation [illegible] plus facile [illegible] les paroles [illegible] musique [illegible] les phrases [illegible] suite de sons [illegible]

[illegible] est extrême [illegible] tantôt un [illegible] le surmenage cérébral [illegible] profit.

La multiplicité des sons [illegible] excessive [illegible] l'impression de faiblesse [illegible] ment [illegible]

A ce propos [illegible] *l'Oreille* [illegible] le complexe sonore s'appelle *timbre* [illegible] le complexe sonore s'appelle *bruit* [illegible] le bruit [illegible] sons [illegible] combinaisons sonores [illegible] d'opposer le bruit [illegible] musical [illegible] ne font que [illegible] bruit.

[illegible] les bruits, les sons [illegible] sont plus les bruits. Nous [illegible]

Vigilance du sens de l'ouïe. Sa passivité. Rôle de l'attention. — [illegible] des sons de la musique [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] mais il [illegible]. [illegible] pas à cette [illegible] devons de pouvoir [illegible] [illegible] *[illegible] acoustiques* [illegible] [illegible] sénile [illegible] toujours [illegible]

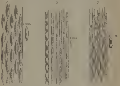


Fig. [illegible]

et de [illegible] pour les [illegible]. Nous [illegible] plus longuement [illegible] effets généraux de [illegible] sonore [illegible] des lésions nerveuses de l'audition et de ses effets secondaires.

Analyse des sons. Toute sensation sonore est complexe. [illegible] son est en général [illegible] et que c'est presque toujours un complexe [illegible] association de sons [illegible] vibrations partielles [illegible] Diapason (V. fig. 3). C'est que les corps élastiques environnants vibrent sympathiquement

harmoniquement avec le son émis et y ajoutent quelque chose qui frappe à l'oreille.

Quant à la sensation élémentaire qui serait l'unité des sensations élémentaires de durée différente pour donner la sensation du bruit ou [illegible] les sensations élémentaires semblables pour donner celle du son musical, nous ne pouvons la percevoir. L'unité [illegible] élément dernier de l'analyse, cet atome de conscience, est pour Spencer quelque chose comme « le choc nerveux, l'effet immédiat d'un coup sur le système nerveux ou d'une décharge électrique » (1).

Ces états de conscience manquent de la durée nécessaire pour que l'on puisse les distinguer.

Il existe une sorte de période [illegible] de l'addition avant que le son distinct n'émerge dans la conscience, comme le disque du soleil [illegible] dessus de l'horizon.

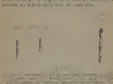
Les expériences de Savart avec la roue dentée ont montré toutes les phases de la genèse de l'évolution d'un son musical : le son continu naît de l'impossibilité de distinguer les éléments successifs par la vitesse de leur succession.

Les sons élémentaires cependant peuvent être tellement poussés qu'ils deviennent distincts tout en formant un son continu. Les graphiques du phonographe rendent visibles ces distinctions dans les tracés des voyelles des mots chantés et surtout pour les voix de femmes, qui conservent, elles aussi, les sons des instruments de musique ; de même, en faisant varier l'intensité du courant dans le microphonographe, on observe des désorganisations de la période sur les graphiques des voyelles (fig. 4).

Pour qu'un phénomène surgisse dans la conscience, il faut qu'il ait une certaine durée ou soit [illegible] passage, qu'il se répète suffisamment. C'est [illegible] par l'état momentané [illegible] la rapidité est le type des organes doués de sensibilité exigée pour être sollicitée par une rapide succession d'ébranlements minimes, d'un excitant continu [illegible] leur sont transmises [illegible] forment de petites vibrations moléculaires successives [illegible] synthétique engendre le son.

Et même en allant plus loin dans cette analyse, il est en

(1) Paulhan, *Physiologie de l'esprit*, p. 27. Paris, F. Alcan.



[illegible] la présence [illegible] résultante susceptible [illegible] [illegible] éléments partiels [illegible] dans les chants [illegible]

[illegible] la sensation [illegible] [illegible]

[illegible] nos sensations [illegible] la sensation sonore est la plus susceptible d'analyse [illegible] les moyens de connaissance. Le fait complexe que nous percevons est [illegible] se distingue de [illegible] [illegible] dans [illegible] [illegible]

[illegible]

Le mouvement vibratoire [illegible] la sensation acoustique [illegible] un son [illegible] [illegible] les [illegible]

[illegible]

Expérience [illegible] [illegible] partiels [illegible] (fig. [illegible])

[illegible] [illegible] sous la [illegible] du style [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] changé [illegible]

[illegible] la note [illegible]

sont actifs, et l'oreille ne sent qu'un rapide défilé d'excitations [illegible]. Le mouvement est l'âme de la sensation sonore.

Rapidité de succession, multiplicité des chocs, périodicité des chocs et de l'excitation, c'est-à-dire régularité des mouvements : ce sont les conditions d'origine du son musical.

Mouvement périodique, la période, qualité de la sensation sonore. — Un son musical est un son périodique [illegible] frappe également l'oreille. La périodicité de l'excitation, sa régularité sont les conditions qui plaisent et qui facilitent sans doute la fonction [illegible]. La succession des périodes régulières soulage l'attention et repose [illegible] l'oreille exige moins d'efforts d'adaptation de l'organe [illegible] les sons dont [illegible] est presque égal.

Le rythme, la mesure, la périodicité sont des formes d'excitations [illegible] et sans elles pas d'attention [illegible] de la durée et de la résistance également, comme cela est éprouvable pour tous les mouvements chez l'homme et dans les machines.

Les irrégularités du mouvement, les ruptures et les décompositions de mouvements sont un mode particulièrement excitant [illegible] et fatigant [illegible] les phénomènes observés [illegible] l'irrégularité [illegible] la fatigue. [illegible] des vibrations sonores et les [illegible] nerveux [illegible] comme la fatigue [illegible] impressions régulièrement espacées [illegible] sensation musicale.

La continuité est en effet obtenue par une répétition [illegible] c'est le secret de l'action énergique et lente tout à la fois de la musique. [illegible] de nos appareils [illegible] rôle dans la réception des excitations sensorielles, la forme pendulaire [illegible] hors des mouvements de l'extérieur [illegible] des instruments de la connaissance [illegible] pendante. La période qui [illegible] un certain nombre de ces mouvements vibratoires moléculaires [illegible] petits, devient par suite une caractéristique fondamentale de la sensation.

On peut comprendre maintenant que la quantité de cette sensibilité est bien plus grande pour connaître et [illegible] les [illegible] de mouvements périodiques [illegible] la nature même de notre constitution organique et les propriétés physiques [illegible] de nos tissus.

[illegible] sont les propriétés communes à ceux-ci [illegible] sont essentiellement [illegible] les plus sympathiques.

D'autre part l'irrégularité, l'inconnu, la complexité des bruits, des sons qui composent le bruit et qui donnent la sensation, en sont [illegible] les éléments caractéristiques et [illegible].

Les expériences les plus [illegible] de Wundt sur le bruit ont permis d'appliquer les différences [illegible] de nos appareils sensoriels [illegible] le même système nerveux pour les bruits et pour les sons proprement dits.

Dans les [illegible] réguliers [illegible] la sensibilité à l'excitation expérimentale est bien plus rapide. [illegible] l'attention des sens [illegible] plus rapidement [illegible] (1) (sensation et étude).

La sensation du bruit est [illegible] par suite de la lenteur des impressions, qui peut être comparée avec celle d'un son [illegible] dans le rapport [illegible] par exemple (pour un son fort [illegible]) [illegible] Wundt [illegible] le rapport [illegible] 7 [illegible].

La perception du bruit est bien [illegible] conditions excellentes de la [illegible].

Un son musical est [illegible] par une impression qui est liée au même nombre de vibrations dans le même temps et intervalles égaux.

Un son est différent d'un autre soit par son intensité, soit par sa hauteur, soit par son timbre, soit par sa durée [illegible] son origine, soit par [illegible] position, soit par les sens [illegible]

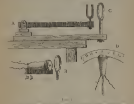
(1) [illegible] Alcan.

[illegible]

II. — La mode du fonctionnement vibratoire sonore

[illegible]

davantage et plus le dispositif [illegible] plus le temps de passage [illegible] [illegible] dans le même temps. [illegible] de l'impression est donc [illegible] dispositif et par suite [illegible] qu'on le juge [illegible] que la sensa-



[illegible]

[illegible] plus [illegible] passage [illegible] plus [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] et [illegible] par la nature de sa représentation au point de vue [illegible] dessin dynamique. N'est-il pas aussi que l'on apprend à [illegible] et pour ainsi dire toute des sons [illegible] mêmes. La persistance de l'excitation [illegible] prolongée [illegible] répétition [illegible] pour ainsi dire [illegible] [illegible] C'est là le mystère [illegible] [illegible] (Voir plus loin : *Durée de la sensation* [illegible])

§ III. — Intensité du son [illegible]

Limite de perception des sons. — [illegible]

[illegible]

La limite inférieure actuel encore limite de l'audition au-dessous de laquelle le son est insaisissable, on serait habitué à celle de la voix humaine à vingt-cinq mètres ; mais les conditions du milieu modifient beaucoup cette moyenne et lui ôtent de la valeur ; c'est une limite extrême de convention. A l'air libre, la force du son diminue rapidement ; son intensité se perd en proportion du carré de la distance de l'oreille au corps sonore ; de plus elle est proportionnelle au carré de la vitesse de chaque molécule en vibration.

Une expérience de Regnault montre que la propagation des ondes dans l'air continue cependant encore bien que la sensation auditive ait pris fin. On sait que la propagation d'une onde sonore n'est pas un mouvement de translation des molécules d'air ; chaque molécule ne fait qu'une petite excursion de va-et-vient ; c'est la longueur de cette excursion qu'on nomme l'amplitude de la vibration.

Mais ce mouvement peut exister sans influencer l'oreille, parce qu'il n'a pas ou n'a plus l'intensité suffisante.

Regnault, au moyen des membranes tendues placées sur le parcours du courant vibratoire dans les conduits de la Ville, a constaté que la sensation sonore étant devenue nulle, impossible à 1100 mètres par exemple, la membrane révélatrice placée à une très grande distance au delà de ce point indiquait encore par ses oscillations l'action continue des vibrations de l'air [illegible]. L'intensité est la première condition pour qu'un son soit perçu. Nous verrons d'autre part, que certaines portions du tympan vibrent plus facilement sous l'action des ébranlements les plus légers, et possèdent une vibratilité, une sensibilité plus grandes. L'onde vibratoire chemine donc bien longtemps encore après que l'oreille a cessé d'en être impressionnée ; les vibrations ne sont plus senties, mais elles existent ; c'est-à-dire que le tympan peut continuer à vibrer, mais sans qu'il y ait une action suffisante sur le nerf sensible ; or le son est le produit des ébranlements perçus par celui-ci.

Ces mouvements insensibles existent aussi chez le sourd dont l'organe [illegible] plus fort interne [illegible] ces légères secousses peuvent être perçues facilement, mais n'arrivent plus à [illegible] acoustique.

Un son même assez intense qui dure sans arrêt, le sifflet

d'une machine, le bruit de la rue, du moulin, etc., cessent d'être perçus par la puissance de l'habitude. La continuité de l'excitation finit par émousser la sensibilité et lasser l'attention, surtout pour le son. Cependant il y a une sensation par la suppression brusque de cette excitation accoutumée amenée par contre une secousse particulièrement sentie, et celui qui dormait au bruit continu s'éveille s'il y a un arrêt. Concluons que nous sentons mieux des différences, des rapports, des successions de nos sensations, et aussi qu'il existe des sensations subconscientes. Les inégalités individuelles de l'audition montrent que le seuil de l'audition consciente diffère chez chacun de nous.

Nous sommes de même habitués au bruit de Paris qui incommode les voyageurs venus de province, c'est que l'intensité du son perçu est en raison inverse du bruit ambiant, nous saisissons par l'ouïe la différence. Ce travail est difficile ou impossible quand un bruit fort s'impose et même pour le bien entendant. Il est vrai que certaines sensations sonores subjectives, bourdonnements, disparaissent dans ce brouhaha de la grande ville : c'est une compensation, mais le bruit de Paris, de toutes façons, est une grande cause d'énervement pour les organismes affaiblis, pour les convalescents et les névrosés. Ils doivent vivre à la campagne, loin des routes, des gares, des usines. Toute sensation vive leur est une source d'émotions, de douleurs, de trouble profond dans la capacité de sentir.

Il en est pareillement des bruits de marteaux, de ferrailles et des sifflets de chemin de fer, etc., pour tous ces blessants et épuisants.

Cependant certains sourds entendent mieux, même assez pour causer, à cause de ces bruits assourdissants pour les entendants : en voiture, en wagon. C'est là un cas assez commun et c'est un des phénomènes paradoxaux les plus curieux. Un homme âgé, intelligent, sourd depuis 20 ans au moins, entend le dernier les paroles... d'une cascade bruyante voisine, mais il n'entend plus le bruit de celle-ci cependant. Cette action dynamogénique d'un bruit non perçu ne manque pas d'intérêt, ce me semble.

L'organisme éprouve l'effet de phénomènes avant d'en prendre connaissance.

liser les propriétés signalées par Savart et reconnues par les auteurs aux membranes du tympan et aux autres tissus membraneux inconnues de cet organe. Les membranes tendues vibrent à l'unisson de tous les sons qui les ébranlent avec la plus grande facilité.

On comprend alors toute la délicatesse de la conduction de l'organe auditif et les lois de cette propagation.

C'est dans cet ordre d'idées que l'application du phonographe à l'étude de l'audition est féconde en résultats d'observation, aussi en userons-nous dans ce travail, les plaques minces et les membranes tendues ayant la plus grande analogie au point de vue des propriétés.

Effets produits et leur variation avec l'intensité. — L'inspection des tracés phonographiques montre bien le rôle de l'intensité sonore et les effets de l'action vibratoire quand son énergie est accentuée.

Dans ce cas, les sillons et les légers sont inscrits en creux plus marqués, les périodes sont plus nettement limitées et dessinées, mais si le son est émis avec éclats, si la voyelle A (fig. 5, 7), par exemple, est dite avec une explosion comme T dans TA, tout le tableau change. La membrane (disque) du phonographe a reçu une rapide succession d'ondes vives et amples, le saphir du style graveur qui oscille avec elle a entaillé profondément la cire du rouleau et laissé des empreintes dont les cratères et les creux profonds révèlent l'intensité des chocs sonores. Si le son est plus violent encore, il y a plus d'ampleur dans l'ébranlement, la membrane réagit en proportion et, d'abord déplacée vivement du côté du rouleau de cire, elle revient brusquement par l'oscillation de retour vers le dehors avec la même force, aussi le saphir pointu du style graveur saute-t-il au-dessus de la surface du rouleau et s'en écarte-t-il, ce qui cesse de le toucher, tandis que la rotation continue. Alors à l'inspection on constate de très nettes interruptions du sillon tracé à ce moment et ces intervalles espacés entre les entailles profondes et courtes et quelquefois réduits à de simples traits ou creux par la succession des ébranlements inégaux en intensité sont caractéristiques des déformations de la période par l'excès de l'énergie vibratoire.

Mais ce mauvais résultat, sonore au point de vue de la sensation auditive, est déplorable.

Fig. 7

lité de fournir une reconnaissance de la sensation éprouvée. C'est là un effet fatal de l'intensité exagérée, et qui tient à la structure même de l'organe de l'ouïe. Ses membranes vibrantes oscillent avec une amplitude extrême, l'appareil de transmission est secoué violemment et soumis à des ébranlements anormaux; il en résulte non seulement une trépidation par suite des interruptions du courant sonore qui empêchent l'audition. Nous verrons que l'excès d'intensité nuit à tout le monde, mais surtout aux organes affaiblis et aux névroses. Ce sont en effet de vraies commotions que l'oreille subit en pareil cas et qu'elle supporte d'autant plus mal qu'elle est plus faible.

L'étude attentive des tracés aux points où le son devient assez fort pour donner lieu à ces ébranlements, à ces crépitations discordantes, soulève vivement la question des limites de l'audition au point de vue de l'intensité de la perception. Pour qu'un son soit distinct, il doit être donné avec une force telle que ces écarts d'amplitude de l'appareil conducteur soient évités.

De plus on constate qu'il existe des limites à notre capacité de sentir et surtout de distinguer les sensations sonores en rapport de leur énergie. Aussi ne voit-on pas qu'il en est ainsi de tous nos organes des sens, dont les capacités ont des bornes au delà desquelles il y a commotion, choc, trouble émotionnel, mais sans analyse, sans détermination, sans reconnaissance, sans rien de précis et d'exact dans la sensation, qui devient douloureuse en même temps qu'indistincte, comme un bruit violent.

La membrane vibre en proportion des chocs qui lui sont transmis. Malgré ces déformations des périodes caractéristiques, il y a cependant persistance des ondes avec leur caractère franchement périodique dans le dessin total du son inscrit. Au reste, le son émis par le porte-voix est continu, bien clair, bien lié; il ne montre que dans les intensités extrêmes des battements ou un roulement; on peut à volonté le reproduire et l'analyser.

Si au lieu d'une syllabe c'est un chant sur A, par exemple, d'une voix de femme, qu'on examine à ce point de vue au microscope grossi, on trouve sur la surface du rouleau des creux de profondeurs diverses, en rangées symé-

triques d'autant plus nombreux que le son est plus aigu, d'autant plus gros et simples que le son est plus intense. Avec un débit ordinaire, calme, on perçoit sur la cire les périodes à forme pendulaire uniformes qui constituent

Fig. 8.

les éléments propres du son. Les phases de condensation et de raréfaction sont indiquées par deux empreintes complètes [illegible] ensemble [illegible] séparées entre elles [illegible] les [illegible] Fig. 8.

Cette simplification de la période de A est extrêmement intéressante à constater [illegible] typiques. Au contraire, tandis qu'on [illegible] d'un graphique d'un morceau de musique instrumentale. Il y a là une différence sur laquelle nous reviendrons bientôt, car elle n'a, que je sache, jamais été signalée. La note enregistrée sonne bien mieux, mais le son-voyelle est presque indistinct et très [illegible] (fig. 8).

Les qualités de résonance dans le chant influencent donc moins le son laryngé qui [illegible] plus dans la voix chantée de la femme surtout un timbre spécial, mais des variations de hauteur seulement. On sait que la tonalité est chez elle au moins d'une octave au-dessous de celle de l'homme.

Cependant on peut reconnaître encore les paroles si la diction est bonne, les traits [illegible]. Dans les tonalités très aiguës il en est de même pour la plupart des voyelles. Les grands traits de la période caractéristique sont [illegible] seuls.

Sur les graphiques phonographiques de voix d'homme chantée on verra, plus loin combien, dans les sons élevés, les traits se rapprochent évidemment de ceux à périodes si simples du diapason même.

Réduction et simplification de la période sont les deux manifestations de la force, de la hauteur des sons et de la vitesse de l'écoulement des périodes. L'artiste, pour obtenir de la force et des sons aigus, suspend la syllabation ou la supprime même (F. 3).

On remarque à ce moment que le son apparaît comme une note pure et que aussi le son-voyelle est indistinct ou le plus souvent peu reconnaissable. La vocalisation sur la voyelle A montre [illegible] et les graphiques de cette voyelle qui se [illegible] différencient suivant la hauteur peuvent perdre absolument leur caractère vocal et garder leur allure musicale seule.

Le graphique indique fidèlement ces modifications ; on doit en conclure que l'articulation et la formation des voyelles qui s'ajoutent au son laryngé [illegible] de plus artificiel [illegible] cessent de se manifester dans les grandes vitesses de vibrations qui utilisent le son musical laryngien presque seul.

Un [illegible] dans l'émission [illegible] la voix au son laryngien.

Mes graphiques, mes phonogrammes, sont les démonstrateurs de ces effets de l'intensité.

La sensation éprouvée dans ces conditions se rapproche évidemment beaucoup de celle des bruits : les éclats de voix sont peu harmoniques le plus souvent et peu distincts. D'autre part, au moyen de la sirène de Seebeck, on peut se rendre compte de l'influence de la force de la soufflerie sur l'intensité du son ; d'ailleurs chacun sait au reste et sent que les sons qu'il émet lui-même à pleins poumons vibrent avec une vigueur bien différente de ceux émis sans effort. Une portée est également tout opposée : les tracés phonographiques révèlent toutes ces nuances à l'inspection ou à l'oreille.

Formes simples des périodes des sons voyelles. Périodes de la voix chantée. — Pour comprendre la période, il n'est rien de mieux que de lire le tracé phonographique des sons de voyelles, syllabes ou mots inscrits sur un ton monotone, sans force, sans effet d'accent, de hauteur et d'intensité ; on trouve la période de la voix et de la parole ordinaire aussi peu individualisée que possible. On obtient ainsi un type moyen autour duquel se groupent une foule de variétés plus difficiles à reconnaître, mais qui n'ont pas moins été aperçues le moment.

Je donne ici les graphiques de sons-voyelles seuls et d'autres où ils sont accompagnés de consonnes par comparaison. Il est visible que chacune des voyelles a un tracé à elle bien particulier et c'est par la connaissance de ce tracé qu'il faut débuter, sans cependant croire que c'est une figure immuable ; il s'en faut de tout, ainsi que l'inspection du moindre graphique d'une phrase permet de le constater (V. fig. 8 et précédentes).

Intensités diverses des sons-voyelles. — C'est par l'action des mêmes causes, c'est-à-dire par les différences dans le volume et la force de l'air expiré dans la parole, que les voyelles seraient très dissemblables sous le rapport de l'intensité sonore relative. A l'en croire, de fréquence et d'émission, on sait en effet par l'appareil de résonance lui-ci se réduit de A à I. A sera donc toujours d'une sonorité plus grande que I (V. 8 et profils).

Les inscriptions phonographiques d'autant plus creusées que la voix est plus forte traduisent exactement ces différences de

son... caractère [illegible] chaque son voyelle ... A est aussi creux et aussi sonore qu'il l'est [illegible]. Mais, par contre, il supporte sans se déformer ni s'altérer l'effort du souffle qui nuit à la netteté du son pur A et modifie son timbre.

On peut comparer à ce point de vue les tracés [illegible]

Fig. 4.

[illegible]

[illegible] la lettre A [illegible] résonnance [illegible] les cavités pharyngée, buccale [illegible] avec [illegible] de la lettre [illegible] qui se produisent dans les [illegible] opposées [illegible]

Disons [illegible] finesse et de la faiblesse des creux [illegible] la période de ces deux [illegible] sur le graphique [illegible]

On remarque en effet que le sillon tracé n'est pas superficiel, tant s'en faut, et que la cire a été profondément entaillée par

[illegible]

le son [illegible] les éléments partiels sont [illegible] et souvent ils ne sont visibles qu'au fond de la période et [illegible] petit nombre

Cela s'explique [illegible] qu'il y a une tension forte (une pression même) [illegible] au moment de la production de ces sons et que la période [illegible] des hautes notes franches [illegible] sont les éléments partiels qui restent peu visibles [illegible] par l'effet de cette [illegible] tant ils sont rapides et multipliés [illegible] temps donné (V. fig. [illegible]).

La [illegible] de ces sons [illegible] et son [illegible] manifeste. [illegible] l'onde et ses phases [illegible] nettement dans le cas où [illegible] le son.

[illegible]

Effets physiologiques de l'intensité. — [illegible] sation sonore est [illegible] proportion [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

spasmes ou de contractures, et le sujet est surpris de l'apparition d'une surdité passagère unilatérale ou bilatérale, qui s'explique ainsi. Parfois on constate qu'un affaiblissement de l'audition antérieur s'est subitement aggravé par cet accident (coups de canon, etc.).

Il découle de la connaissance de ces notions des déductions pratiques intéressantes : une intensité extrême de l'impression des sons n'amène pas forcément l'audition chez les sourds, car sous son impression l'oreille saisie se ferme, comme l'œil, à trop de lumière. De plus, *l'intensité nuit à la distinction et à l'orientation.*

Une trop grande intensité des bruits ou des sons musicaux met l'auditeur dans l'incapacité de distinguer ce qui en est; ce sont les résonances, les échos dans les endroits clos qui nuisent aussi à l'audition des orateurs : on voit que l'on parle, mais on ne perçoit rien d'intelligible. On ne saurait non plus, au milieu d'un bruit violent, reconnaître la direction du bruit; les deux oreilles étant également frappées, la différenciation est rendue impossible. Et si, par exemple, l'on arrive à percevoir un appel, il est difficile de savoir de quel côté il vient, de reconnaître la voix, etc. C'est l'opposition entre le clair et l'ombre qui fait le trait; distinction est comparaison : toute idée des différences, dans le bruit, est impossible.

Ce défaut de netteté de la sensation acoustique trop forte produit les mêmes incapacités chez qui entend mal.

L'éducation, l'habitude, donnent au raisonnement du médecin pour l'auscultation, aux musiciens, aux chasseurs, etc., pour la distinction précise et la reconnaissance des plus faibles souffles et des bruits les plus légers une finesse d'ouïe remarquable, mais un milieu bruyant s'oppose à ces études.

Il y a cependant des compensations, car d'autre part l'attention de l'auditeur est retenue par les sons intenses d'une voix qui parle au loin, par la vigueur de la parole, stimulée par le rythme des paroles, de la musique, et par l'accent, par l'intonation, qui sont des pulsations actives au moyen desquelles les sons vibrent avec une plus pénétrante énergie, mais il doit s'y mêler des oppositions, une grande variété dans la force, du débit et la succession des sons.

Chacun de nous se rappelle le mordant de certaines voix au son prononcé, l'âpreté, le timbre éclatant de certaines de

clamations. Le phonographe rend l'influence de ces timbres manifeste. La déclamation est l'art de donner aux paroles la plus grande portée et la plus complète expression ; aussi, ne vous avisez point d'entendre avec le microphonographe de Dussaud, qui enfle tous les sons, une de ces tirades classiques d'*Hernani* ou du *Mariage de Figaro* hurlées plus que débitées, vibrantes par un soi-disant acteur des scènes parisiennes : votre déconvenue serait extrême.

Quelle cacophonie, quelle confusion d'éclats, de grincements et d'oppositions sourdes ou silencieuses, où tout est également indistinct et inintelligible !

Certes, l'intensité est un facteur indispensable de l'audition, mais il n'en est pas le seul, et une certaine mesure doit être observée, même dans le traitement de la surdité, sous peine de troubles dans le fonctionnement et même de suspendre l'ouïe, péniblement affectée. Entendre, comprendre, ce doit être, au moins pour la parole, une seule et même chose.

Le signe sonore, le mot, comporte une idée ; ce n'est point entendre que de ne saisir que des sons sans signification.

Ces voix vibrantes, éclatantes s'inscrivent parfaitement sur le rouleau phonographique et sortent tapageusement avec les cornets de métal ; elles sont pour cela recherchées des marchands de cylindres inscrits, mais bruits, détails amplifiés par le microphone déforment tous les sons, les rendent criards, mêlés à des bruits de friture, de crépitations atroces à entendre.

C'est là une démonstration pratique de l'inconvénient des excès d'intensité. Une image acoustique est un tableau ; un tableau n'est pas seulement un groupe de couleurs. Kendrik (*Trans. of Royal Soc. of Edimburgh*, p. 708) dit à ce propos : « And although there is a loss in intensity there is a gain in quality and distinctness. » Trop de lumière éteint les nuances qui, je le répète, sont les éléments de la distinction, de la comparaison, de l'analyse, de la différenciation ; de même trop de force vibratoire assourdit et empêche le jugement, déforme le son et nuit à sa reconnaissance.

Dans l'éducation du sourd-muet par les exercices acoustiques, c'est autre chose ; on se trouve bien, au début, de ces excitants déplaisants dont la pénétration est sans égale et de grande utilité pour provoquer l'apparition d'une sensa-

tion sonore encore y faut-il de la prudence et de la mesure, fruits de l'expérience.

Mesure de l'intensité. — On pourrait utiliser la sirène pour mesurer l'acuité auditive en se basant sur le fait qu'en multipliant le nombre des pulsations par l'ouverture (à volonté) d'un plus ou moins grand nombre de trous on accroît ou on diminue graduellement l'intensité sans changer le ton (Tyndall). En tous cas cette expérience classique montre bien l'influence de la masse, de l'addition des sources du son dans la production du phénomène intensité [illegible] pour modifier au contraire la tonalité du son, il faut augmenter la rotation du disque de la sirène afin de multiplier la vitesse des pulsations successives et leur nombre dans le même temps : c'est tout différent.

En otologie, Lucae de Berlin a proposé de mesurer l'intensité de la voix dans l'examen de l'acuité auditive chez le sourd. Son « phonomètre » indique la pression de l'air expiré dans l'émission d'une voyelle ou d'une syllabe, et le degré s'en trouve marqué sur un manomètre à maxima très sensible.

On obtient ainsi une mesure approximative de la force de l'air expiré en parlant, au moyen de laquelle [illegible] l'intensité du son émis.

S'il était possible de comparer ces données avec l'intensité de la sensation obtenue également mesurée, on aurait la valeur de la perte éprouvée par le sourd dans la fonction de l'ouïe. Par malheur cela est de toute impossibilité.

Au point de vue de l'intensité des sons, le volume (la quantité) de l'air expiré dans l'effort qui accompagne le chant ou la parole est une valeur de premier ordre, mais le souffle sonore peut être rendu plus énergique autrement que par l'augmentation de cette quantité d'air en vibrations qui sort des poumons : c'est cette puissance, particulièrement sensible [illegible] qui tient au contact, à la tension même de l'air à son issue par l'orifice buccal.

Le volume est plutôt en rapport avec la capacité des sinus et cavités pulmonaires et aériennes, tandis que l'énergie initiale, la tension, s'obtiennent par l'action musculaire par les efforts variables suivant les individus, les situations, les états de l'âme, les émotions, etc.

La mensuration de l'intensité sonore de la parole ou du

chant pourra être aussi indirectement effectuée en utilisant l'instrument et le dispositif de Lennox Browne et Behnke (*la Voix, le Chant, la Parole*), connus sous le nom de *pneumographe*.

C'est un cylindre métallique muni de chaque côté de courroies dont on entoure le thorax ; un embout auquel s'ajoute un tube de caoutchouc conduit du cylindre à un enregistreur les oscillations de la pression intérieure, variant sous l'influence des mouvements respiratoires, plus ou moins amples suivant la vigueur du débit et l'intensité sonore. On obtient ainsi les graphiques des efforts et on peut comparer avec l'intensité du son perçu et [illegible] avec les empreintes du phonographe.

Sur les rouleaux du phonographe l'intensité est très visible, alors les traces sont manifestes [illegible] à chaque forte et dans les moments de vive sonorité.

Guillet a étudié le sujet au moyen du spiromètre dans la voix chantée et conclut : 1° que la dépense d'air expiré pour une note donnée est d'autant plus grande que le son est plus aigu ; 2° que les voyelles exigent pour leur émission moins d'air que les consonnes (Guillet, *C. R.*, [illegible] 1897, et Gutzmann et Liskovius, *Phys. de la voix et [illegible]*, p. 42).

C'est là un dispositif relativement simple et qui peut être employé dans l'étude des intensités du courant d'air expiré dans leurs rapports avec l'audition. La seconde conclusion de cet auteur ne semble pas d'accord avec ce que Marey et Rosapelly ont trouvé dans leurs expériences où ils ont enregistré les vibrations simultanément du larynx et les mouvements de la langue et des lèvres.

La consonne à leur avis serait un repos laryngien, une lettre muette durant laquelle la glotte ne vibre pas. Nous reviendrons bientôt sur ce sujet que l'étude des phonogrammes éclaire vivement.

On peut encore mesurer l'intensité des sons au moyen du dispositif employé par Helmholtz : un diapason est mis en vibration par un électro-aimant. L'intensité du son est soumise aux variations voulues en modifiant le nombre des décharges de l'appareil.

Dans le même but on peut utiliser le courant induit, le bruit diminuant au lieu du trembleur est le son [illegible] sonore [illegible]

varie à volonté l'intensité du son en changeant la position de la bobine à chariot sur la règle graduée ; un téléphone appliqué contre l'oreille du sujet complète le dispositif très simple, qui sert surtout pour l'étude des graves.

Toutes les méthodes ont eu leurs succès en otologie. On sait que le défaut sérieux de ces procédés de mensuration consiste en ce qu'on ne peut [illegible]. On a cependant beaucoup employé ces appareils ; les acoumètres de Helmholtz et König qui amplifient et varient les sons simples, et les résonateurs adaptés successivement ou simultanément (sons complexes) sont décrits dans tous les traités d'acoustique (Helmholtz, *Traité physiologique de la musique*).

On peut adresser les mêmes critiques à tous les autres moyens qui sont nombreux et peu pratiques en somme.

On emploie actuellement pour mesurer l'intensité du son dans la recherche de l'acuité auditive les sons de la parole [illegible] le microphonographe[1] [illegible] ; les mots, les chiffres, les [illegible] choisis de la musique, etc., que l'expérience est faite.

Au moyen d'un dispositif assez simple [illegible] résistances [illegible] au moyen d'une manette [illegible] l'appareil [illegible] appliqué à l'oreille en examen des intensités différentes qui permettent d'apprécier l'audition pour la parole isolément pour chaque oreille. Cet instrument est utile [illegible] pour les sourds-muets [illegible] chez les sourds pour l'étude de la quantité [illegible] de leur audition pour reconnaître les sons susceptibles d'être perçus [illegible] qui ne le sont plus [illegible] d'un degré plus élevé de la perception.

[illegible] O. Wolf qui [illegible] pour explorer la [illegible] auditive l'épreuve de l'audition de la parole [illegible] directement [illegible] acoustique, mais on va plus loin et plus sûrement avec le microphonographe[1]. On s'approche [illegible]

1. Le microphonographe [illegible] construit par [illegible] le phonographe Edison, le microphone [illegible] MM. [illegible] le phonographe [illegible]

alors assez vite par l'audition, c'est-à-dire la compréhension des sons perçus, reconnaît d'autres facteurs que l'intensité vibratoire ; ainsi, avec moins de force, des paroles restées d'abord incompréhensibles deviennent faciles à distinguer et dans leurs plus fines nuances ; souvent ces analyses ne sont possibles qu'avec un instrument délicat.

Les variations rapides d'intensité, de tonalité, de timbre surtout, la vitesse du débit, ont une grande importance dans ces mécanismes d'audition ; il semble que ce soit là un point de l'organe qui manque l'adaptation qui fait défaut.

Certaines oreilles ont de même les acoustiques par un phénomène bien particulier, qui semble étrange tout d'abord, à savoir que, dès que les accents, les intonations, les exclamations [illegible], les bruits confus se produisent dans la parole, [illegible] devient confuse ; la sensation désagréable, indistincte et fatigante.

Chez quelques sujets, l'étourdissement même et le vertige apparaissent s'ils continuent à écouter ou veulent comprendre à force de l'attention.

Il est à noter que ces troubles dans l'exercice des fonctions auditives [illegible] pas toujours nécessairement une faiblesse de l'ouïe [illegible] bien qu'ils soient observés souvent dans le cas où l'ouïe est altérée ; mais ils peuvent certainement [illegible] l'affaiblissement dans un avenir plus ou moins lointain.

Expérience. — Au moyen du dispositif que je décrivais tout à l'heure, le son d'un [illegible] l'oreille du sujet par un téléphone adapté à un courant d'induction, le [illegible] ou un diapason mû par le courant électrique formant la source sonore, j'ai pu constater l'effet d'une série de sons de violents sur l'audition. Dans les plus faibles cas, nul. Si le sujet est bien doué sous le rapport de la sensibilité générale et [illegible], le son [illegible] par l'appareil [illegible] assourdissant n'empêchant pas l'apparition ou apparence [illegible] consécutive du [illegible] fort faible. Il y

[illegible] les plus [illegible] peut [illegible] du [illegible] permet aussi la graduation des intensités suivant les besoins en variant [illegible] (Rapport du Dr Loiseau [illegible])

a la sans doute pour le sujet sous une question de mesure mais le son instantanément annoncé par le déplacement de la bobine jusqu'à la limite de sa perception était perçu sans intervalle appréciable. L'audition n'est possible que si la sensation nouvelle étant la précédente.

On [illegible] chez certaines personnes atteintes d'affaiblissement [illegible] de l'ouïe [illegible] l'existence d'un intervalle d'un quart de minute à une minute et demie entre la cessation du premier son violent et l'audition du deuxième son. Gellé, *Etude médicale* [illegible] 1876.

Il semble que l'oreille [illegible] du premier son ou que la perception [illegible] est tellement vive qu'elle dure et qu'elle empêche la sensation sonore suivante ou il faut un repos, un intervalle appréciable pour que le [illegible] de nouveau [illegible].

On constate des phénomènes analogues sur les autres organes des sens.

Quand on passe [illegible] relative il faut un certain temps pour voir. Nous [illegible] cet intéressant sujet plus loin.

Dans la pratique de [illegible] très suffisamment l'intensité sonore [illegible] plus ou moins de l'oreille le corps sonore, montre [illegible] la personne qui parle ou peut ainsi apprécier [illegible].

Influence du milieu. — [illegible] il faut toujours tenir compte de l'influence du milieu [illegible] qui est également sonore [illegible] mieux que [illegible] règne autour de nous [illegible] toute [illegible] sensation [illegible] celle du dehors [illegible].

Cela est des plus évidents quand on pratique l'examen des capacités auditives [illegible] la voix d'une autre personne [illegible] l'attention [illegible] la portée d'une [illegible] jusqu'à zéro même.

Mais nous [illegible] toutes proportions gardées [illegible] est un fait général.

Une grande humidité offre une plus faible ... son trouvant ... le plus petit ... rend la distinction impossible ... L'habitude triomphe cependant de ces difficultés et l'audition devient à la fin possible malgré le bruit.

Tout bruit abaisse l'audition d'une certaine quantité ; mais, à l'inverse, ... bruit ... le moyen de parler sans élever ... voix.

Il existe une limite à la portée auditive ... au-dessous de laquelle ... n'est plus ... quand le bruit ... (chemin de fer, usines, etc.) qui exige des signaux sonores et des communications à distance de ... et la ... partie de ...

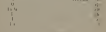
Portée de la voix. — [illegible] ... donne lieu à d'intéressantes constatations que je résume en ... touchent à tout ce sujet.

[illegible] ... la parole et la ... sont les deux fonctions ... atteintes par la ... dite ...

On s'est aperçu bientôt que la portée varie ... suivant la personne qui parle et le milieu où l'on parle, mais également suivant la voyelle parlée ... suivant la syllabe, suivant le mot. Ainsi, par exemple, *bou* est sourd comme ... et *chat* ... les consonnes sont peu sonores. D. Wolf ... la portée des sons ... dans le tableau suivant les intensités différentes des sons émis dans la parole.



Portées des sons (1) [illegible]



A	[illegible]	[illegible]
O		[illegible]
[illegible]		[illegible]
I		[illegible]
I		[illegible]
[illegible]		[illegible]

(1) O. Wolf ... [illegible]

A		s'entend à [illegible]
D		[illegible]
Sel		[illegible]
S		[illegible]
G	et [illegible]	[illegible]
Ch	[illegible]	[illegible]
I		[illegible]
K	[illegible]	[illegible]
F	et [illegible]	[illegible]
R	[illegible]	8
B	et P	[illegible]
H	[illegible] —	8

On conclut de la lecture de ce tableau qu'il est indispensable d'employer plusieurs bruits pour juger de la portée de l'ouïe, sons [illegible] ou grossiers.

D'après Wolf, les voix moyennes s'entendent à [illegible] m [illegible] tous les auteurs admettent la portée de [illegible] mètres. On peut par ce tableau s'expliquer aussi que les sourds entendent certains mots et point d'autres dans un débit de paroles qui semblent égales cependant en intensité vocale.

Applications. — L'oreille étant un organe [illegible] l'agençant dans l'air [illegible] des sons [illegible] aussi on comprend qu'il est [illegible] grande chez les individus dont l'ouïe est affaiblie, de rendre les vibrations [illegible] auprès d'un [illegible] aux [illegible] sonores [illegible] surtout vibrantes [illegible] des surfaces qui [illegible] les vibrations et les transmettent à l'air environnant ; c'est le rôle que remplissent les tables d'harmonie des harpes, des violons, etc., l'audiphone tenu serré entre les dents, et tous les résonnateurs classiques. Par exemple, on sait que le son du diapason, à peine perceptible, est renforcé aussitôt qu'on en pose le pied sur une table, sur une boîte ouverte, quelconque. Il s'agit [illegible] des sons harmoniques au [illegible] de la source sonore fondamentale, et on [illegible] les résonnateurs, on peut [illegible] certains sons plus particulièrement.

Le principe est [illegible] appliqué tous les jours [illegible] quand il s'agit de [illegible] un son [illegible] également les [illegible] à éviter quand il s'agit, par [illegible] opposé et fréquemment

posé dans une grande ville d'empêcher la propagation des bruits d'usines et des machines dans le voisinage. Éteindre un bruit n'est point chose facile. Le son, comme le fer, se propage au moyen des solides, des liquides et des gaz. Quand on peut l'arrêter par un rideau d'arbres, par un mur à distance, dans un sous-sol, c'est beaucoup.

Si l'on est près de la source, on peut éviter la propagation. Il faudrait modifier les résonances des planches métalliques (les isoler au loin), les maisons voisines, des planchers et [illegible] même [illegible]. Un autre moyen serait d'absorber le bruit, solution dans une masse [illegible] qui arrête le mouvement vibratoire et le bruit au passage [illegible] interposé ; mais tout cela n'est pas simple à exécuter et le résultat est faible le plus souvent.

Altérations du son par la distance. — L'intensité de la sensation sonore est recherchée dans les constructions des salles de théâtre et de concert. Les qualités de sonorité d'une pièce sont sans doute très connues, mais elles se trouvent changées par des conditions en apparence futiles ou sans importance.

Tyndall ne dit-il pas qu'il fut un moment très anxieux des propriétés acoustiques de l'amphithéâtre où il faisait ses fameuses leçons de physique ; il avait constaté des résonances fâcheuses et des échos tout à fait désagréables dans un premier essai ; et ces phénomènes disparurent quand l'amphithéâtre fut plein de monde, au grand contentement du professeur. (Tyndall, *Le Son*, p. 18.)

Les tapis, puis les tentures, les vêtements de laine amortissent les sons. Les modifications produites par les dispositions locales des portes et des [illegible] peuvent changer totalement les conditions acoustiques.

Les personnes placées trop loin de la source sonore ne peuvent recevoir l'influence des vibrations qu'affaiblies ; et cette lenteur d'une succession de sons peut suffire à changer le timbre, l'allure et la tonalité des harmonies et de la voix. Tout aussi [illegible] que nous avons dit dans les [illegible] une [illegible] inégale pour [illegible] des conséquences, par exemple [illegible] sur les scènes antiques devant les acteurs.

[illegible] c'est [illegible] p. 2 [illegible] directement.

immense à la nécessité du masque tragique, véritable instrument d'amplification au moyen duquel la portée de la voix de l'acteur se trouvait augmentée suffisamment pour qu'il fût partout entendu et compris.

Par les mêmes raisons, les soldats qui marchent à la queue d'une colonne n'entendent pas le rythme de la même façon que ceux qui marchent en tête, auprès des musiciens, et leur pas ne saurait être scandé sur le même mouvement sur la même cadence (Tyndall, *loc. cit.*).

Les altérations du rythme et de la tonalité, du timbre quand l'intensité du son s'affaiblit par la distance ou autrement sont toutes absolument analysables au moyen du microphonographe.

En effet, quand le [illegible] est faible, que les [illegible] les plus usés et ne fournissent plus qu'une insuffisante [illegible] les vibrations partielles les plus délicates, celles que l'exploration visuelle au microscope [illegible] dans les sillons de la cire ne [illegible] plus [illegible] insuffisamment et le son se dépouille d'une plus ou moins grande partie de son bouquet d'harmoniques. [illegible] Le son fondamental seul reste isolé et nu. Dans un [illegible] de musique, les forte seuls [illegible] à [illegible] l'audition [illegible] la première phrase plus lentement [illegible] sur le [illegible] complètement [illegible] timbre deviennent [illegible] et la musique [illegible] que les [illegible]

Il est clair que tout se tient dans les qualités du son que notre analyse [illegible] constituent le [illegible] même. Notre [illegible] le phénomène [illegible] dans [illegible] l'esprit le phénomène lui-même. [illegible] les qualités du son [illegible] sans qu'elle [illegible] changée sans que [illegible] les autres.

L'épreuve de l'affaiblissement des sons par le microphonographe rend manifeste le lien étroit [illegible] des qualités qui font la sensation sonore de ce faisceau que nous décomposons [illegible] par l'étude analytique.

Helmholtz [illegible] a reconstitué le timbre en ajoutant au son fondamental les harmoniques [illegible] quelle différence entre le son ainsi accompagné et le son primitif [illegible] sons

semblables résonnant dans le même moment donnent une sensation identique au point de vue de la hauteur, mais avec accroissement évident de la force du son ; plusieurs sons harmoniques, c'est-à-dire en rapports simples avec le fondamental, donnent également un son de hauteur unique, aussi sonore, mais qui se différencie nettement du son primitif par l'intensité aussi, mais par une autre qualité connue qu'on nomme le timbre (*klang farbe* en Allemand, et en anglais *clang tint*).

L'intensité de la voix tient à des conditions multiples. La structure de l'appareil phonateur et la puissance d'expiration dans l'émission de la voix, dans la phonation, varient suivant les individus et avec les circonstances. L'énergie initiale du mouvement vibratoire en est le facteur le plus important. Je veux surtout attirer l'attention sur les intensités inégales de la parole, du langage articulé, et sur les modes de production de ses variétés (voyelles, articulations, accents, etc., etc.).

J'ai déjà signalé le caractère propre des sons voyelles, l'importance des éclats de A, la hausse du dessin et du son de I et de E, voyelles sourdes.

Les auteurs expliquent cette différence par l'opposition très sensible entre les modes de production de ces voyelles, entre les conditions dans lesquelles elles sont émises.

A est celui qui trouve toutes les voies béantes pour le passage des sons laryngiens : la bouche ouverte, le pavillon tendu, tandis que les autres voyelles sont formées par un resserrement de plus en plus complet du canal de résonance. Cet étranglement du souffle expiré cause l'amortissement total du son, mais en même temps par le timbre qui caractérise chaque voyelle. De là aussi leurs différences de sonorité et de portée, se manifestant dans le cas d'affaiblissement de l'ouïe.

Effets de l'intensité sonore sur la période. — L'énergie vibratoire est signalée par la production des composantes aussi que nous l'avons déjà dit ; mais, sous cette influence, on remarque à la lecture du graphique une métamorphose de la période, et cela quelle que soit la voyelle observée.

On peut même dire dès à présent déjà que tous les sons voyelles subissent à peu près la même forme d'altération manifeste à la vue par l'effet de l'excès de l'intensité vibratoire. Cette

modification du tracé consiste d'abord dans le changement de la deuxième phase, qui devient totalement unique et presque égale à la première dans les degrés les plus légers, mais dont la [illegible] disparaît absolument dans les sons [illegible] (Voir surtout le Г, fig. 8 [illegible]).

De plus, un phénomène important se produit : la première phase s'imprime avec une force extrême, donne en plus creux l'image de la demi-période à l'état de calme, puis bientôt les demi-périodes [illegible] de se [illegible], les creux s'espacent, le tracé se raréfie en même temps que les traits accidentels ; les traits isolés bientôt ne se forment plus qu'au début et au milieu de la période, puis au début seul : une ou deux vibrations espacées ; enfin on ne voit plus que des mesures simples séparées de distance en distance par des empreintes punctiformes (Voir fig. [illegible] profils).

Le mécanisme même de l'articulation, de la formation des voyelles, c'est-à-dire les degrés et le siège des structures du conduit pharyngo-buccal, sont les causes vraies des variations de leur intensité (1).

(1) La formation des voyelles dans la voix humaine a préoccupé depuis longtemps les chercheurs les plus [illegible].

Nous savons distinguer parfaitement les sons de la voyelle, même alors qu'elles ont le même [illegible] [illegible] [illegible]. Dans [illegible] l'Académie de Saint-Pétersbourg [illegible] de cette question au sujet de [illegible] Kratzenstein [illegible] [illegible] les sons de voyelle par des dispositions mécaniques. A la même époque [illegible] [illegible] organisés.

La question fut reprise plus tard par Willis [illegible] [illegible]. La théorie [illegible] a été établie pour la première fois par M. Wheatstone, et [illegible] M. Helmholtz [illegible] [illegible] laisse rien à désirer.

Origine [illegible] — Expérience. [illegible] est ajusté dans une chanson [illegible] [illegible] [illegible] aussitôt elle parle avec force. [illegible] [illegible] un changement de timbre. [illegible] [illegible] [illegible] la voix humaine.

[illegible] [illegible] [illegible] très [illegible].

[illegible] pyramidal [illegible] [illegible]

les sons [illegible] OU, I, U, sont en même temps les plus sourds et les moins visibles sur le rouleau du phonographe.

Effets de la consonne sur l'intensité. — Mais dans un mot [illegible] ne [illegible] pas uniquement [illegible] voyelle [illegible] pas [illegible] d'elle seule. Il se produit au moment de la syllabation un travail [illegible] qui agit sur la force [illegible] c'est un morcellement du souffle, une rapide segmentation du courant, d'où [illegible] Or c'est la consonne qui est l'élément actif [illegible] de cette [illegible] la consonne [illegible] du souffle presque [illegible] les définitions [illegible].

La consonne a des [illegible] qui dynamogénisent la voyelle et lui donnent une vigueur, [illegible] nouvelle ; et cela se produit par la tension et la détente [illegible] du canal [illegible]

[illegible] caractéristiques des voyelles sont uniquement liés à [illegible] de la pulsion consonante.

La consonne est [illegible] explosion [illegible] syllabique ne peut naître que [illegible] Rousselot et Passavant les premiers, Marey, Rousselot [illegible] ont expérimentalement [illegible] l'accroissement de la pression [illegible] au moment de [illegible] de la consonne.

Le phénomène est facile à observer avec les consonnes explosives P, T, C [illegible] dans toutes les consonnes [illegible] celles qu'on nomme sonores. V. fig. [illegible]

[illegible]

Dans [illegible] les cordes vocales [illegible] une [illegible] le [illegible] fond [illegible] seul le [illegible]

[illegible] X et X.

En effet, quand nous voulons émettre une consonne, nous rétrécissons considérablement le canal buccal, les cavités de résonance de la voix, afin d'entraver et de conduire le

Fig. 11.

souffle sonore. La consonne en effet opère un rétrécissement des voies pharyngo-buccales et même leur fermeture. Toujours l'occlusion est plus grande que celles qui s'observent pour la formation des voyelles. Fermeture et ouverture du souffle sonore, c'est le jeu articulatoire.

A ce point de vue, tous les éléments de la parole, consonnes et voyelles, ont d'intimes relations d'origine.

La fermeture de l'orifice générateur est complète avec P, T, C, et à l'ouverture l'explosion par suite plus vive dans PA, TA, CA, mais elle a lieu également dans PHA, SA, FA, etc., où le segment dans le son qui forme l'articulation ne peut être obtenu que par celle de ... (fig. 7...).

Derrière cet obstacle au souffle, la pression intérieure de l'air s'accroît et quand l'ouverture a lieu, le courant jaillit et la voyelle fait explosion. C'est ainsi que la faible ou muette consonne dynamogénise l'éclatante voyelle qu'elle bouscule; les éléments constitutifs de la voyelle se retrouvent dans ses articulations, subissent les plus grandes modifications, bien qu'elle-même reste peu visible et appréciable seulement par ses effets.

D'après cela on comprend pourquoi les malformations du voile qui le rendent inapte à fermer l'orifice pharyngo-nasal, ou les perforations du voile sont l'origine de troubles du langage et d'assourdissement de la parole. Les sons nasaux, qui ont leur écoulement en partie par les cavités nasales toujours ouvertes alors, doivent à cette circonstance, en plus de leur timbre particulier, une sonorité sourde et basse (NOU, PAN), puisque l'augmentation de pression de l'air intérieur reste faible.

L'intensité sonore de la voix, alors faible ou nulle au moment où le resserrement buccal se produit pour donner P, T, C, B, D, atteint son maximum avec les sons A, O, E, É, AN, etc.; c'est-à-dire que la force de la voix est en rapport surtout avec l'ouverture des lèvres; elle s'affaiblit graduellement suivant les degrés de l'occlusion du canal résonnateur. On trouve dans les auteurs un classement des sons de la parole suivant leur intensité; nous avons donné celui du Dr Wolf.

On a construit une sorte de gamme de la sonorité vocale où les sons consonnes et voyelles sont classés avec ordre [illegible] pour les consonnes.

Il y a six consonnes muettes et instantanées fortes : P, T, C, F, S, CH; six sont douces ou faibles : B, D, G, V, Z, J; six sont sonores : H, R, Y, M, N, GN. Dans ces dernières la fermeture est incomplète et la pression intérieure s'abaisse continuellement; aussi l'intensité de la voix humaine

tinuant. Les consonnes dites *sonores* sont bien les plus faibles, tandis que P, T, C, B, D, G, F, K, CH sont des explosives types et celles où le son est maximum. F, S, CH sont des sifflantes et R une vibrante.

Pour les voyelles, on les classe ainsi : les voyelles fermées OU, I, U ; trois demi-fermées AN, E, EU, et les voyelles ouvertes A, O, E, I, et les nasales AN, ON, IN, UN. Les voyelles sont de plus en plus largement ouvertes de OU à A (1).

Le tableau suivant emprunté au *Traité de physiologie* de Beaunis montre les rapports entre les points ou régions d'articulations et le mode de formation pour les consonnes.

Régions d'articulation

MODES DE FORMATION			RÉGIONS D'ARTICULATION		
			I	II	III
Soufflantes		fortes	F	S	CH
		molles	V W	Sch Z	J
Explosives	simples	fortes	P	T	K
		molles	B	D	G
	aspirées	fortes	PH	TH	KH
		molles	BH	DH	GH
Vibrantes			R	LR	R
Nasales			M	N	NG

Ce tableau indique les régions où se passe le phénomène [illegible]. On sait que l'amplitude de la vibration est plus forte pour les explosives et plus faible pour les continues, les sifflantes, les vibrantes et les nasales, puisque l'orifice du conduit sonore n'est pas complètement [illegible] dans l'articulation [illegible] que [illegible] un appareil [illegible].

Dans la phonation, l'intensité des sons dépend aussi [illegible] l'ouverture. Les sons de la voix deviennent plus complets.

(1) Il semble [illegible] que [illegible] les [illegible] éléments [illegible] le tout [illegible] et [illegible] certains [illegible] ne sont [illegible] sont [illegible].

Nous donnerons les voyelles et les consonnes rangées en un classement, puisqu'il existe un point de vue acoustique des nuances dans la progression des mouvements d'occlusion buccale qui leur donnent naissance.

Ainsi on trouve les six groupes suivants en allant du plus fermé au plus ouvert :

1° P, T, C — 2° F, S, CH — 3° V, Z, J — 4° M, N, GN, L, R, Y — 5° OU, I, U — AI, E, EU — 6° A, O, E, È — AN, ON, IN, UN (Marichelle, p. 163).

C'est ainsi, suivant l'image de cet auteur, que le flux sonore coule en s'élargissant peu à peu des consonnes les plus fermées aux voyelles les plus ouvertes.

En somme, il est intéressant de constater que voyelles et consonnes s'obtiennent par le même mécanisme.

Mais le rôle affecté à la consonne est de segmenter le son de l'articulation ; il est donc totalement opposé de celui de la voyelle qui représente le courant sonore. C'est [illegible] qui l'articulation est due, par elle que la syllabe est créée, et c'est la pulsation consonante qui opère la division nécessaire et la modulation vocale.

Au moment fugitif il se produit toujours un affaiblissement du son parce que le courant d'air est un moment arrêté. Cela explique sans doute la grande différence entre la voix parlée et la voix chantée des femmes, [illegible] que les graphiques mettent en saillie. Pour avoir de l'intensité, il n'y a plus d'interruption et par suite d'arrêt ni d'affaiblissement du son, mais il n'y a plus de mots formés reconnaissables : on entend le chant, non les paroles.

Mais on peut envisager la consonne à un point de vue différent [illegible] en fonction ; c'est [illegible] à un mécanisme de production simple et facile, elle multiplie les sons par un mode de départ du courant, selon [illegible] prompte. La détente est un arrêt du souffle expiré [illegible].

Les processus [illegible] de la syllabation sont aussi [illegible] forme [illegible] des sons [illegible] expirations saccadées qu'il serait impossible de tenir longtemps [illegible] de la parole [illegible]

Intensité, tonalité, timbre, sont ainsi tous modifiés par l'articulation.

Si l'on se rend compte de la rapide succession des syllabes constituant les mots d'une phrase et des variations promptes et multiples incessantes qu'il en résulte des sons, mêlés aux sons voyelles, aux mêmes voyelles en timbre, en intensité et en tonalité, on comprend mieux pourquoi l'oreille malade ou affaiblie, moins docile, ne se prête pas à des transmissions aussi rapides et aussi diverses, et pourquoi l'audition du langage articulé se perd plus promptement que celle de la musique par exemple, qui ne demande pas les mêmes efforts d'adaptation de l'organe.

Le premier langage des hommes fut une succession d'intervalles divers de sons vocaux éclatants ou sourds. L'articulation a accru le nombre de signes et rendu leur émission prompte et facile ; le langage articulé est la supériorité de l'homme.

L'intensité étudiée sur les phonogrammes. — L'intensité du son se manifeste dans les graphiques du phonographe par une vive accentuation des dépressions et ondulations que marque le style graveur de la membrane ou le disque. On observe de divers côtés le même : les creux et d'apprécier ainsi l'intensité relative des consonnes. Ce n'est point le lieu de retracer l'historique des efforts faits dans ce but, qui dit plus haut qu'exemple... en 1855 ... tout les forts et les ... sur un ... des recherches ... par ... la détermination du ... de ... surtout ... sont importants pour ... dans ... quelques mots ... dans une étude de l'intensité sonore.

C'est en 1857 que Léon Scott inventa le phonautographe qu'on peut regarder comme la source de la découverte du phonographe. En 1870, Donders donna ses études sur les sons voyelles. Barlow, se servant, en 1874, d'un ... en 1873, Koenig introduit la méthode des flammes, obtenant les figures des vibrations par ce procédé. En 1876, ... Blake ... comme ... le tympan de l'homme. La même année Stein photographia les vibrations des diapasons. Edison vient alors inventer le phonographe qui ... les

sons. En 1878, Fleeming Jenkin et Ewing obtiennent des traces de sons voyelles sur le phonographe ; la même année, E. W. Blake photographie les vibrations en attachant un miroir au disque de l'instrument.

Depuis, ces recherches expérimentales ont été poursuivies par Grutzner, Mayer, Graham Bell, Preece et Barlow.

Il y a peu de progrès dans cette voie jusqu'à l'emploi des rouleaux de cire par Edison et Graham Bell ; et en 1890 Hermann, de Kœnigsberg, publie une magistrale étude sur la photographie des vibrations des voyelles au moyen d'un miroir adapté au disque du phonographe. Les courbes qu'il a obtenues sont très belles et ont fait faire des photographies des flammes de Kœnig.

En 1891, Boeke, d'Alkmaar, mesure la diamètre transverse

1. F. L. Scott, *Comptes rendus*, t. LIII, p. 108.
[illegible] *De phys.* [illegible] 1878.
Barlow, *Trans. of Royal Society*, 1878.
[illegible] Blake, [illegible]
Stein, *Die Photographie* [illegible] 1876, [illegible]
Fleeming Jenkin and Ewing, *On the harmonic analysis of* [illegible] *vowel sounds. Trans. of Royal Society*, [illegible]
Blake, E. W., [illegible] *vibrations by means of photography* [illegible]
Prescott, G. B., *The speaking telephone and talking phonograph*. New-York, 1878.
[illegible] Lloyd, [illegible] vol. IV, p. [illegible] *The* [illegible] *of the* [illegible]
Hermann, *Über* [illegible] *Photographie*. *Pflüger's Arch.*, [illegible] 1890.
[illegible]
Hermann, *Ueber die* [illegible] *Phonographen*. *Pflüger's Arch.*, [illegible]
[illegible] *Curves of the phonograph*. *Zeitschrift f.* [illegible] 1890.
Boeke, [illegible] 1891.
[illegible] *The* [illegible]
[illegible] *On the photographic* [illegible]
[illegible] Paris, [illegible] 1897.
Marichelle, J., Paris, *La* [illegible] *la photographie*, 1897.

des dépressions de la cire et en déduit le tracé des courbes. Halloch de Coloraba, publie des photographies des flammes comme Kœnig. Keudrick, de Glascow donne à la Société

Fig. 12.

royale d'Edimbourg deux études sur le phonographe et la disposition de l'appareil avec lequel il a reproduit les dépressions et saillies du tracé phonographique soit de la parole soit de divers instruments avec figures.

Le livre de M. Marichelle, dernier venu, est à la fois plus méthodique et plus complet que tous ceux qui l'ont précédé; c'est un travail très supérieur à tous égards, et les questions de tonalité, de timbre, d'intensité, la structure des voyelles et des consonnes, la formation des syllabes, des diphtongues, etc., y sont traitées à fond; des figures excellentes en ornent et en éclairent le texte d'une grande netteté. Cette étude phonographique de la parole rendra abondable et facile pour tous les questions de la phonation et de ses accidents pathologiques; elle est extrêmement instructive au point de vue de l'éducation de l'ouïe, de la cure des défauts de parole et des méthodes à employer pour le traitement de la surdité et de la surdi-mutité. J'ai moi-même enfin, dès l'invention du microphonographe, étudié les graphiques, l'inscription des voyelles, l'action perturbatrice et dynamogénique des consonnes et dessiné les tracés dont je donne ici les extraits schématiques.

Il reste cependant beaucoup à désirer, et les efforts de Kendrick pour rendre manifeste la profondeur des empreintes de la cire, les travaux de Boeke pour en trouver l'étendue en surface et la mesure devront être repris par les observateurs. Mais il sera toujours bien difficile de rendre appréciables et sensibles aux yeux les éléments partiels des parades que le livre indique en point, et que les procédés d'étude ne peuvent saisir tant les nuances d'intensité sont légèrement marquées, quand elles ne sont pas imperceptibles. (Voir ici les variations et délicatesses de tracés de l'I et de E, à ce point de vue) (fig. 5, 8, 10, 1...).

Mais le mouvement est donné par ces travaux sur le phonographe envisagé au point de vue scientifique, et non plus seulement comme un jouet, et l'avenir nous dévoilera tous ses secrets.

Profils des phonogrammes. Leur technique. — J'ai, pour ma part, lu et dessiné sous le microscope un grand nombre de ces graphiques phonographiques; j'ai étudié ainsi la période et ses éléments partiels, ses phases, ses variations et ses variétés. J'ai bientôt compris que si la figure plane avait son prix, il y avait intérêt absolu à posséder le trait des accidents de niveau de la profondeur du sillon, et que cela égalait en utilité la ligne sinueuse des bords du sillon de cire déjà connue. J'ai dit les chercheurs

qui m'ont précédé dans cette voie. Voici mon dispositif.

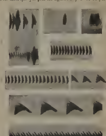
Deux lignes parallèles, l'une supérieure, l'autre inférieure, me donnèrent schématiquement le sillon fidèle image de celui tracé par le style graveur du phonographe, sur lequel je dessinai les creux et les saillies grossis au microscope (grossissement [illegible]); j'obtenais ainsi la ligne ou mieux le profil des dépressions du fond du sillon en rapport exact avec les variations d'intensité, de ton, de force et de nombre des éléments (V. fig. 6, 7, 8, 10, 11, 18). J'ai eu depuis la satisfaction de trouver dans les graphiques obtenus si méthodiquement et si peu éloquents cependant de Hermann absolument les mêmes ondulations typiques de l'A par exemple. J'avoue que j'aime mieux les miens, tout schématiques qu'ils soient. Bien que approximatifs, leur valeur au point de vue de l'exactitude ne fait point de doute. Tous ils concordent et forment un tout avec le dessin de la figure de la surface du cylindre que je passe toujours avec eux.

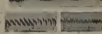
Des ombres savamment dessinées ne valent pas ces lignes infléchies simples suivant les ondulations du fond du sillon différentes suivant l'espèce de parole, modifiées par les inflexions complexes des sons mais sur le [illegible] l'intensité du timbre et de la note.

Il faut méthodiquement limiter son champ d'étude. Après avoir inscrit des mots et fait parler le phonographe sur ces mots, armé du microscope on suit le sillon d'abord vide, puis nébuleux à un moment et bientôt tatoué d'empreintes successives qu'on apprend avec le temps à suivre, à analyser, à reconnaître, à isoler et plus tard graduellement on y associe d'autres empreintes, puis une cohorte de syllabes constituant des mots qui se sont déroulés comme les perles d'un chapelet. On comprend alors plus aisément les sons forts, plus facilement les traces des sons bas et hauts. On dessine une période d'[illegible], puis on relève à part chaque inflexion sur le fond du sillon inscrit dans un dessin, où les intervalles entre les périodes, entre les vibrations partielles, intenses, entre les voyelles au moment de la consonne, etc., sont indiqués parallèlement.

Il faut savoir s'éclairer toujours sous un angle égal. Les saillants sont parfois peu visibles même à un grossissement de 10 à 20, mais c'est aussi là un caractère significatif.

C'est ainsi que j'ai pris les figures 5, 7, 8, 10 où j'ai placé





[illegible]

[illegible] face et le profil [illegible]

La voyelle A d'une tonalité assez basse, prononcée sans effort, puis plus loin dite avec force ou associée à P dans PA, montre ses deux phases indiquées dans les figures de face et de profil de la note grave, mais la deuxième phase unique dans la note aiguë (fig. 5, 7, 9).

L'A intense montre les profondeurs de son tracé surtout au début de la première phase et dans la première vibration partielle de la deuxième phase (V. fig. 7).

Si A est crié, le tableau change et les empreintes différentes, inégales, puis séparées par des espaces très appréciables, sont extrêmement creuses et anfractueuses, et le profil montre très bien ces saccades du tracé et la profondeur des entailles.

Il en est de même des autres voyelles. Dans les mêmes conditions, leurs dessins sont plus précis, leurs périodes plus

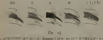


Fig. 14.

[illegible] pour É, O, OU [illegible]

constituées, leurs dessins sont plus précis, leurs périodes plus marquées d'abord, puis décomposées en quelque sorte en leurs éléments, énormément creusés dans la cire et enfin distants les uns des autres, quand la voyelle est lancée avec vigueur comme dans les exclamations, les interjections (Ah! Oh!).

La vivacité des chocs se traduit par des crans véritables imprimés dans la cire du rouleau, à ce point que la période n'est plus reconnaissable, on la lit avant et après les forte.

Il est clair que la vue de ces tracés des sillons, de ces profils schématiques, explique mieux que tout le reste l'intensité des voyelles et la formation des sons si variés et leur reviviscence impressionnante par le phonographe, et l'exactitude étonnante de la reproduction de la parole se comprennent.

Mais ce qu'ils montrent bien également, c'est le côté mécanique de la fonction auditive, les chocs subis et transmis par la membrane à la cire et la vigueur du tracé bien en proportion avec l'intensité du son émis.

Le tympan n'est en rien différent, on le verra, de cette membrane vibrante (disque) du phonographe qui inscrit si fidèlement toutes les vibrations et toute la force des vibrations des sons qui la frappent.

On a pu, au point de vue de l'amplitude des sons ... [illegible]

Fig. 35. — [illegible] ... et Leuchon par M. Marage.

L'intensité et les flammes manométriques. — M. le Dr Marage vient de publier ... [illegible]

thode des flammes manométriques de Kœnig, et il les a photographiées avec un plein succès. Entre autres conclusions qui découlent de ce travail et de la comparaison des figures qu'il contient en abondance et très belles avec celles que j'ai obtenues après Kendrick, Marichelle, Hermann, etc. des tracés du phonographe, il résulte que ceux-ci donnent les résultats supérieurs (V. fig. 13).

Il est facile de constater les différences suivantes entre la période de la voyelle A et le nombre, par exemple, et les flammes qui répondent à la voyelle A.

Les éléments particuliers, les vibrations moléculaires, sont indiqués avec une plus grande fidélité au point de vue de leur nombre, de leur forme, des caractères types et des variations de ton, de timbre, d'intensité, dans le phonogramme et les dessins qui en sont tirés ; il dit ce fait une grande

Fig. 13. — Voyelles prononcées avec l'enregistreur de Kœnig, et calquées par le D[r] Marage (Comptes rendus de la ...)

supériorité sur les belles planches de l'atlas des flammes vibrantes (1).

C'est ainsi qu'avec les flammes la lettre A, qui comporte deux phases très marquées, n'en possède aucune; de plus, le groupe complexe et abondant de vibrations partielles qui caractérise la période n'est représenté, dans nos dessins, la période caractéristique n'est représentée que par trois flammes seulement bien typiques; il est vrai que les photographies si exactes et si nettes cependant de ce travail (fig. 16).

Dans la figure 14 on voit la flamme manométrique répondant à une période de ces sons-voyelles qui est teintée en noir.

A l'égard des effets de l'intensité sonore, il est remarquable que la lettre I, si faible d'inscription sur le rouleau et de portée acoustique tout à la fois, soit une de celles qui donnent une flamme manométrique qui indiquerait une forte intensité sonore supérieure à celle de A par exemple (Marage, Pl. II).

Au rapport du nombre des tons partiels manifestes, des vibrations élémentaires constitutives de la période, on jugera combien la différence est grande en comparant le phonogramme de F (fig. 10, 19) avec la flamme manométrique de Kœnig. Il y a évidemment une insuffisance marquée du procédé des flammes manométriques au point de vue de la précision dans l'analyse du phénomène acoustique. Le phonogramme au contraire en saisit tous les détails.

Nous reparlerons de ce sujet à propos des tons et du timbre des sons. La même critique du reste a été faite par M. Marichelle (*loc. cit.*, p. 51). J'ajouterai que la supériorité de l'étude au moyen des inscriptions du phonographe, ou plus de la simplicité du procédé, s'affirme encore par la possibilité de répéter le son et ainsi d'avoir le contrôle de l'oreille à volonté.

Application de ces notions sur l'intensité sonore à l'explication des troubles d'audition. L'intensité excessive nuit à l'audition de la parole. — On vient de voir combien l'intensité des sons de la parole poussée à l'excès et même dans les locis du chant ordinaire modifie les graphiques et altère la période, cette unité que j'ai montrée si intéressante parce qu'elle est acceptée avec la plus grande sympathie par l'appareil auditif.

(1) Ma critique ne s'adresse qu'à la méthode, c'est une comparaison de méthodes.

Chez les personnes dures d'oreilles l'action de l'intensité est nous l'avons dit souvent très nuisible la distinction la compréhension deviennent impossibles l'oreille est inondée de vibrations confuses et entremêlées il n'y a plus moyen d'entendre la parole et c'est bien affaire d'intensité sonore car les mêmes mots articulés lentement et modérément sont immédiatement entendus sans effort par les mêmes personnes

Les détonations que la période subit quand l'énergie du courant sonore dépasse certaines limites, particulières à chaque cas rendent donc toute différenciation impossible Nous avons montré le pourquoi de ce phénomène au moyen de nos phonogrammes l'articulation est alors inégale, incomplète et même nulle effacée les formes de la période disparues méconnaissables ressemblent tantôt au tracé d'un bruit soit à l'inscription d'un morceau de musique instrumental quelconque Les sujets bien entendants eux-mêmes quand les sons arrivent à un certain degré d'intensité, souffrent de la même façon et pour les mêmes raisons ne peuvent non plus percevoir les mots les paroles articulées tout est son-voyelle éclat ou modulation sans modification articulatoire aucune sans syllabe saillante si tout est devenu indistinct au point de vue du langage articulé Les sons intermittents donnent l'impression d'un éclatement ou d'un grincement

Entre le sourd et l'entendant il n'existe pas, à cet égard, d'autre différence que le degré que chacun d'eux est susceptible de supporter sans altération grave de l'audition et avant de perdre la compréhension du discours

L'articulation, la syllabation disparaissant par le fait de l'émission exagérément forte des paroles et les mots, les phrases forment des sons sans signification il ne reste en effet que les sons laryngés la voix encore se porte t-elle sur un timbre uniforme si l'effort vocal continue excessif

Cette excursion sur le domaine de la pathologie me semble préciser mieux l'action de l'intensité et ses inconvénients

Dans le chant au moment des forte et dans les tons élevés surtout le son buccal la transformation consonante la syllabe cessent de se faire entendre le son laryngien soit pur, musical mais dénué de sens et inintelligible (fig 26)

Les chanteurs sont même inconsciemment ou sciemment conduits à substituer dans le chant certaines voyelles certaines

consonnances à d'autres : ils disent facilement dans les sons bas O et OU pour A, et dans les notes élevées È devient facilement I ; nous en reparlerons à propos des tonalités. Helmholtz (p. 140) dit que précisément pour A on est frappé des petites modifications dans le timbre de la résonance qui font dévier d'une façon considérable le timbre de la voyelle (1).

La prononciation est par le fait très négligée dans certains passages du chant dont les artistes, d'instinct, modifient les voyelles et les sons qui obscurcissent leur voix, ou c'est ce qu'avant tout ils cherchent à faire valoir.

Les compositeurs sont quelquefois aussi très embarrassés pour faire sortir un son sonore (AN, ON) au moment désirable et le chanteur obéit à la nécessité de l'art, suit la note en changeant la syllabe écrite au-dessous. L'harmonie est sauve, mais le vers est souvent faux. Lermoyez-Bouzenheim (*loc. cit.*, p. 30 en note). Le travail buccal d'articulation est une fatigue et la syllabation cause surtout un certain affaiblissement du son ; c'est là un empêchement sérieux au développement des sons de force : l'artiste s'en dispense.

Amplification du son. Stéthoscope, microphone. — Il est souvent important de constater, de rendre manifeste l'existence de sons que leur faible intensité fait d'une audition difficile. Tout appareil de renforcement devra, pour rendre service, laisser au son étudié la plus grande partie des caractères qui le distinguent, ou mieux qui permettent de le distinguer, c'est-à-dire de l'isoler au point d'en comprendre la signification au milieu du concert des autres bruits. Par malheur, tout instrument capable d'amplifier les bruits qu'on cherche à percevoir mieux avec lui augmente aussi fatalement la foule des petits bruits ambiants qui accompagnent le phénomène qui seul nous importe.

La reconnaissance des sons dont l'intensité est accrue ainsi est dès lors rendue plus difficile et l'on s'aperçoit que c'est toute une éducation à faire. Toute l'auscultation, c'est-à-dire tous les rapports entre les divers bruits sont à réapprendre quand on use de ces procédés de grossissement des phéno-

(1) Au-dessus de l'*ut* [illegible] les voix de femme ont toutes une tendance à changer [illegible] le son en OU. Toutes les [illegible] propres sont à cette limite. (H., *loc. cit.*) Cela se voit clairement sur les graphiques de A. [illegible] 7.

mêmes sonores dans la pratique. Aussi sera-t-on peu étonné que les stéthoscopes, instruments qui servent aux médecins dans l'auscultation des malades, qu'on a voulu construire sur les principes du microphone, n'aient pas rendu les services attendus : on entend trop de choses et les bruits offrent un autre timbre, une autre tonalité ; le son, enfin, n'était plus aussi reconnaissable après avoir traversé l'instrument amplificateur. Nos organes des sens sont bornés dans leur puissance ; quand nous leur en donnons une plus grande, nous entendons et voyons autre chose.

Stein de Moscou cependant a réussi à reconstituer ainsi les bruits de nos organes sains ou pathologiques ; mais cela n'est pas pratique et vulgarisable ; le dispositif est trop compliqué.

Les stéthoscopes sont des instruments de transmission et d'amplification des sons qui doivent propager à l'oreille de l'observateur sans déperdition les bruits d'auscultation, ceux des organes superficiels ou profonds. Ils doivent par conséquent isoler celui-ci du milieu ambiant, et surtout conduire le son sans le dénaturer ou l'affaiblir et au besoin le rendre plus intense.

La conduction se fait soit par un solide (Laennec), soit surtout par un solide creux (le cylindre creux ouvert à ses deux extrémités) et par l'air inclus. Le pavillon de l'oreille et la conque appuyés sur la plaque terminale de l'instrument font d'ailleurs simplement un résonnateur excellent. Si c'est par un tube de caoutchouc adapté à l'oreille que l'on ausculte, l'extrémité adhérente au corps ausculté peut être munie d'un tube ou d'une autre partie évasée capable de collecter les ondes sonores solidiennes. De toutes façons on doit l'accoler sérieusement à la surface du corps pour assurer l'isolement et la conduction.

En fermant l'oreille libre avec le doigt on augmente la sensation par l'isolement complet ; on peut aussi employer un tube biauriculaire, lequel donne l'audition plus intense et l'isolement indispensable. Certains instruments résument d'une façon pratique ces diverses dispositions et sont les meilleurs stéthoscopes actuels. (V. Chauveau, *Soc. Biologie*, 1898.)

Un son n'est pas distinct uniquement parce qu'il est intense, bien que ce soit la condition fondamentale de son audition ; c'est ainsi que les résonnateurs d'Helmholtz ont une propriété spéciale pour le renforcement d'un ton donné, mais nuisent à l'audition des autres tons concomitants. L'instrument am

plificateur ne doit pas trop changer le phénomène au point de vue de sa tonalité ni de son timbre, sans quoi le son restera méconnu et méconnaissable, puisqu'il n'est plus le même.

Il est difficile d'altérer l'une des qualités de la sensation sans nuire quelque peu aux autres. Aussi le renforcement du son a-t-il ses limites dans les analyses délicates des phénomènes acoustiques (V. Traités d'auscultation) (1).

Le *phonendoscope* de Bianchi, cependant, est intéressant à signaler dans ce travail. Il est en effet construit de telle façon qu'il transmet amplifiés les bruits de frottements exercés sur la peau des régions du corps qu'on explore. Les frottements, chose curieuse, sont des bruits des plus pénétrants; ils varient d'intensité suivant la nature des organes sous-jacents (solides, gazeux, etc.) et par les modifications dans leur intensité que le phonendoscope transmet à l'oreille de l'observateur, il peut juger des limites des viscères, des vaisseaux, des épanchements, etc. C'est un instrument très sûr pour l'exploration des organes.

Augmentation de l'intensité par les cornets et appareils acoustiques. — Les cornets et les tuyaux acoustiques sont bien connus. Le choix de ces instruments prothétiques découle des notions que nous exposons et qui font la matière de ce travail. Il est cependant opportun d'en parler au moment où nous faisons une sorte d'étude critique de l'intensité sonore : les appareils chargés d'accroître la sensation auditive seront mieux jugés et leur valeur mieux appréciée après la lecture de ce que je viens d'écrire sur les portées différentes des voyelles, sur la perception des sons très intenses et sur la destruction de la période articulatoire dans les violents efforts du chant. Beaucoup de sourds en effet entendent avec le cornet le débit lent et calme, et ne perçoivent plus la parole haute ou criée dans l'instrument. Car si les sons faibles sont renforcés, les éclatants ne le sont pas moins et leur sonorité domine toujours.

(1) Nous ne pouvons entrer dans le détail de la description des divers stéthoscopes, cela nous entraînerait beaucoup trop loin ; nous signalons l'instrument de Boudet de Paris, celui de Chauveau, celui biauriculaire de Constantin Paul, ceux de Bianchi et de Capitan, etc.
Nous nous bornons ici à quelques notions générales ; nous ferons de même à propos des instruments : cornets, tuyaux acoustiques, etc.

L'indication et le choix des appareils prothétiques ne peuvent être qu'une déduction des notions acquises sur l'audition et l'acoustique, et une application de ces connaissances à un cas donné. Les plus doux sont les meilleurs.

C'est tantôt par la faute de l'auditeur, tantôt par la faiblesse du son parlé que l'audition cesse. La perception auditive peut être exaltée par diverses conditions pathologiques auriculaires, ainsi que nous l'avons dit, ou par certains états névropathiques généraux (hypéresthésie, névrose, manie), mais il est aussi des qualités des sons qui les rendent plus pénétrants. Il en est qui agacent les dents comme un acide, qui sont douloureux, énervants, criards, fatigants; d'autres s'installent dans la mémoire auditive, et obsèdent le patient, etc. Le médecin instruit, pose certains diagnostics avec l'oreille comme on reconnaît quelqu'un au timbre de la voix. Les cornets métalliques à parois minces donnent des sons insupportables et sont rejetés par les sourds nerveux.

Enfin, certains bruits simples que nous avons signalés sont surtout entendus avec une grande facilité malgré leur faiblesse: tels les bruits de scie, de grattage, du linge coupé, etc., les crépitations, les frottements et autres sons plus ou moins désagréables arrivent bien à l'oreille et facilitent l'entrée des sons complexes.

Ailleurs la mémoire auditive s'aide des variations d'intensité, du rythme de la parole ou des airs de musique. Nous étudierons la sensation acoustique à tous ces points de vue comme effet et comme cause efficace, stimulus d'activités nerveuses, dans le dernier chapitre de ce travail.

§ IV. — Tonalité, hauteur des sons

Hauteur du son. — L'oreille sait reconnaître dans les sons assez énergiques pour l'émouvoir, d'autres différences et d'autres rapports que ceux d'intensité. La fréquence des excitations, la vitesse de leurs répétitions, tout autant que la masse en vibration et de même que l'ampleur des vibrations donnent un caractère particulier à la sensation.

On décrit en acoustique l'expérience de Savart qui au moyen d'une roue dentée a analysé la formation des tons et ses rapports avec la vitesse des excitations.

En opérant avec une roue à une seule dent, un seul choc se produit, mais le son n'a rien de musical. Si la roue a deux dents peu distantes il naît, par la rotation, une suite de sons notables discontinus entrecoupés par des intervalles de silence. En augmentant le chiffre des dents on accroît le nombre de chocs et on obtient peu à peu un son qui a un caractère de continuité et de force, et une qualité nouvelle, la tonalité. 16 chocs (ou vibrations françaises) produisent un son, environ le plus bas dans la série, car au dessous de ce chiffre on n'entend que des chocs. Savart a montré que la hauteur du son s'accroît en proportion du nombre des dents et des chocs par conséquent. Chacun de ces chocs donne naissance à une condensation, puis à une raréfaction des molécules d'air, et c'est le mode de formation des vibrations et des sons.

Comme avec le dispositif de Savart condensations et raréfactions se produisent périodiquement, régulièrement, il est clair que le son ainsi né est formé de vibrations périodiques, et qu'il résulte de la production en un temps donné d'un même nombre d'ébranlements vibratoires. Ainsi, *un ton est un complexe*, un composé de vibrations partielles ou successives multiples, incorporées d'une sensation unique de ton.

La période est une association de vibrations moléculaires synchrones.

La hauteur d'un son dépend donc uniquement du nombre plus ou moins grand de vibrations que exécutent à la fois le corps sonore et les milieux à l'aide desquels le son se propage. Plus le son est aigu, plus ce nombre est considérable; moins est grand le nombre des vibrations par seconde, plus le son produit est grave; mais la sensation est influencée aussi par la conductibilité plus ou moins adéquate de l'appareil de transmission auditif; c'est l'oreille faussée si la sensation perçue diffère du phénomène sonore écouté.

Cette loi des tonalités a été vérifiée au moyen de la sirène de Cagniard Latour modifiée par Seebeck. On a rendu aussi les phénomènes manifestes, visibles au moyen des procédés graphiques, des flammes chantantes ou sensibles si bien dé-

crites par Tyndall ou par la méthode de Lissajous, ou enfin au moyen des flammes manométriques de Kœnig.

Nous renvoyons aux traités spéciaux, aux classiques pour l'étude de ces notions d'acoustique que nous ne pouvons qu'effleurer par instant à propos de certains phénomènes d'audition.

Chacun connaît les vibrations d'une tige ou d'une corde. Pour peu qu'elles soient amples on les voit, et on peut en sentir, avec la main, les frémissements.

De même, la carte sur laquelle frappent les dents de la roue de Savart exécute une succession d'allées et venues qui constituent la période ou vibration complète (allemande) ou les vibrations simples (françaises) à chaque dent qui passe. L'aller et le retour élastique sont les conditions mêmes de la continuité du son et des vibrations, mais nous voyons que le nerf acoustique ne perçoit un son continu que s'il reçoit trente-deux chocs au moins par seconde, c'est-à-dire qu'avec cette vitesse ceux-ci se fondent en une sensation unique musicale grave. Ces alternatives de condensations et de raréfactions moléculaires ont lieu pour les liquides comme pour l'air.

Avec la sirène qui fonctionne dans l'eau (son nom l'indique), on démontre que la formation des sons dans le liquide obéit aux mêmes lois, pour la genèse de la hauteur des sons qui dépend uniquement de la fréquence des vibrations par seconde. De là une importante déduction. La partie de l'oreille où s'épanouissent les fibres terminales de l'acoustique est pleine de liquide, celui-ci peut donc recevoir et transmettre les ébranlements vibratoires, quels qu'ils soient, que l'oreille moyenne lui apporte; nous aurons occasion d'en reparler.

La rapidité des chocs entraîne la diminution de l'amplitude des oscillations, surtout si la plaque vibrante ou la membrane ne sont pas libres, mais fixées dans un cadre.

Limites des sons. — Nous avons dit que l'oreille perçoit un son continu quand le chiffre des excitations de l'acoustique atteint 16 (A.) par seconde (32 F.); dès ce moment nous sont les sensations de sons graves, d'abord un peu ronflants et moins purs, puis d'une plus grande netteté à mesure que le son s'élève. Au-dessus de 32 vibrations (françaises), 40 en chiffres ronds, les intervalles entre les chocs ne sont plus

perceptibles, il y a fusion ; il est plus juste d'admettre une concentration, l'unification par le synchronisme.

Cette limite inférieure de la perception des sons graves tient certainement, comme le dit Helmholtz, à l'organisation même de l'appareil auditif humain ; par l'éducation est impuissante à la changer.

L'audition des sons élevés est également limitée, mais la faculté de percevoir les sons aigus (vibrations de courte durée ou vitesse des vibrations) est très développée.

C'est ainsi que Savart, au moyen de la roue dentée, a pu entendre des sons aigus de 38 000 vibrations par seconde. Helmholtz, Despretz admettent aussi 38 000 vibrations comme la limite supérieure de l'audition des sons élevés. Avec la sirène également, il est possible de déterminer le chiffre des vibrations correspondant à un ton donné, et l'on sait, avec précision, le nombre des vibrations d'un corps sonore quelconque : diapason, corde, tuyau d'orgues, anche ou voix humaine. Or, quand la vitesse des vibrations est connue, on calcule sans peine la longueur correspondante de l'onde sonore ; nous allons en parler bientôt.

En prenant la limite d'audition des sons élevés assignée par Helmholtz (38 000 vibr.), on trouve que l'oreille humaine embrasse une échelle de tonalités de 11 octaves. Cela donne une idée de la puissance et de l'étendue du champ de l'audition. L'oreille exercée apprécie un intervalle d'un 64[e] de demi-ton ; comme chacune des 7 octaves est constituée par 12 demi-tons, il en résulte que l'oreille distingue 5 376 sons musicaux.

Mais on remarquera que les sons les plus graves, comme les plus élevés, sont peu harmonieux et même désagréables à l'oreille.

La musique n'utilise au reste que la série des tons compris de 16 à 4 000 vibrations allemandes (32 à 8 000 françaises), ce qui correspond à 7 octaves.

Le son le plus grave des sons d'orchestre est le *mi* de la contrebasse, qui a 41 vibrations 1/4. Les pianos et orgues modernes descendent ordinairement à l'*ut* de 33 vibrations par seconde.

Dans les grands pianos on trouve même un *la* de 27 vibrations 1/2, et dans les grandes orgues, toute une octave inférieure qui descend à l'*ut* — 1 de 16 vibrations 1/2.

Mais aussi [illegible] plus haut [illegible] les notes [illegible] quelles [illegible] les vibrations dans une sensation unique de son [illegible] la sensation de [illegible].

A la limite opposée, le piano va jusqu'au [illegible] de [illegible] vibrations, quelquefois même jusqu'à l'*ut* de [illegible] vibrations.

Le son le plus élevé [illegible] de [illegible] vibrations [illegible] Helmholtz.

Voici [illegible] les [illegible] de la [illegible] avec les nombres de vibrations simples [illegible].

[illegible]

La sensibilité [illegible] varie [illegible] suivant les individus. [illegible]

Certaines personnes sont plus aptes [illegible] entendre les sons graves, d'autres ont une plus grande étendue de [illegible] pour les sons [illegible] aux [illegible] Tyndall [illegible] sensibles [illegible] Les différences individuelles sont parfois [illegible] que [illegible] Tyndall [illegible] les voix graves [illegible] Wollaston [illegible]

Nous verrons plus loin [illegible] de [illegible]

[illegible]

Fusion des vibrations. Rapidité du mouvement vibratoire. [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] flammes dont Tyndall va nous parler [illegible] comprendre l'action si prompte et si délicate des ondes [illegible] [illegible] sonore.

Sensibilité des flammes chantantes. — Les flammes [illegible] [illegible] d'Helmholtz [illegible] flammes [illegible] de König.

La plus merveilleuse des flammes [illegible] [illegible] du gaz.

[illegible]

[illegible]

La [illegible] Tyndall [illegible]

[illegible]

les mots *bout*, *bout* [illegible] *bout* [illegible] le premier [illegible] le son [illegible] est encore plus puissant.

Les sifflements agissent encore plus énergiquement [illegible]

[illegible]

Formation de la période (tonalité). — [illegible]

[illegible]

[illegible]

La période sur le phonographe. — J'ai dit combien la

point est intéressant à étudier sur les graphiques de phonographe.

[illegible]

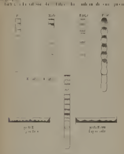


Fig. 7.

peut varier [illegible] on obtient des tours [illegible] très variables des vibrations périodiques [illegible] par exemple [illegible] on les [illegible] Kundt [illegible]

Enfin, [illegible] de la hauteur du ton [illegible] est très [illegible] modifiée suivant [illegible] sensible [illegible] la différence entre le *a* et le *a* [illegible] clé

train. Quand il s'éloigne, au contraire, les ondes sonores sont ralenties et on aperçoit moins d'ondes plus longues. La conséquence de ce fait [illegible] allongement est que le sifflet [illegible] le son plus aigu et lorsqu'il s'éloigne le sifflet rend un son plus grave que quand le train est au repos. — Expériences de Buys-Ballot et de Scott Russell.)

Tracés des sons aigus. Chant. — Les vitesses des vibrations dans les voix de femmes chantées [illegible] les sons [illegible] on remarque que les vibrations sont plus [illegible] les sons [illegible] est [illegible] les [illegible] et les [illegible] de la [illegible] (V. fig. [illegible])

L'examen des [illegible] constate un aspect tout particulier des [illegible] la plus grande partie de ceux-ci est [illegible] des sons [illegible] des instruments [illegible] violon [illegible] (fig. [illegible])

On voit que les types des périodes [illegible] plus [illegible] dans les notes graves [illegible] dans les passages [illegible]

Les périodes [illegible] sont [illegible] multiples simples [illegible] on ne distingue pas les types [illegible] commencent [illegible] (V. [illegible]) [illegible] cependant [illegible] ne disparaissent pas partout [illegible] la forme [illegible] de disposition que présentera

La voix de femme étant [illegible] plus élevée que la voix de l'homme, les périodes offrent [illegible] une forme [illegible] haut [illegible] (fig. 3, 4, 8 [illegible])

[illegible] des types périodiques [illegible] la forme du dispositif [illegible] est extrêmement compliquée.

[illegible] plus [illegible] grand [illegible] simplifier [illegible] les [illegible]

[illegible]

M. Marage a observé au moyen des flammes que, dans les voix de soprano, les voyelles n'ont plus de flammes marquées et simples et qu'il n'y a aucune différence entre les voyelles

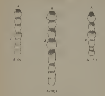


Fig. 17.

Fig. 18.

les unes des autres et celles de la voix. Toutes sont égales et égales les unes. Le fait s'explique ainsi : ce sont les cordes vocales qui chantent et l'appareil de résonance reste inerte. (Marage, Soc. fr. de phys., 17 décembre 1897.)

Les graphiques du phonographe nous ont déjà montré

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] ... (Fig. 7).

Transformation des voyelles l'une en l'autre. — [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Analyse des tonalités par les flammes manométriques

[illegible]



Il y a donc, ajoute Marage, [illegible] les timbres distincts.

L'abbé Rousselot, d'autre part, a étudié expérimentalement comment on apprend [illegible] les sons de la parole et les mouvements complexes de la langue, du voile du palais, du thorax, etc., qui les forment. [illegible] Cette observation constate les variations innombrables, individuelles et générales, dans les sons, les mots prononcés suivant [illegible] l'émotion, la place du mot dans la phrase, suivant [illegible] les nuances [illegible] graphiques. [illegible] d'intérêt au point de vue des études de linguistique, de la formation des patois, de la formation des mots, des langues et de leurs modifications phonétiques.

En définitive, [illegible] le langage [illegible] par les moyens différents, c'est la [illegible] des sons qui correspondent à chacune de nos lettres, des syllabes, et [illegible] leur instabilité chez le même individu, même dans la suite du discours, sous les influences les plus [illegible] surtout par celle des émotions.

Ces résultats expérimentaux sont [illegible] pratiques et leur [illegible] sont faits pour [illegible]

§ V. — LE RYTHME

Origines de cette sensation. — [illegible] deux, plusieurs choses [illegible] se succèdent [illegible] provoquent [illegible]

1. [illegible] par William Hallock [illegible]

[illegible]

Par celle-ci tous les corps et tous les instruments employés à produire des sons musicaux sont reconnaissables pour l'oreille, quoiqu'ils émettent entre eux une note fondamentale [illegible] des sons plus [illegible] des ondes de vibrations plus rapides, [illegible] les Allemands harmoniques.

Le mot qui dans la langue allemande signifie le timbre veut dire couleur du son. Tyndall regrette que la langue anglaise n'ait pas son équivalent. Th. Young parlait des qualités du son comme s'il parlait de son timbre, et Montbel appelle cette qualité de la sensation qui l'individualise le coloris du son.

Ainsi plusieurs corps peuvent être animés de vibrations isochrones et d'amplitudes semblables [illegible] ; le son du violon, celui de la flûte ou de la clarinette ne sauraient être confondus.

C'est par le timbre qu'ils sont alors reconnaissables et différents, puisqu'ils ont la même hauteur et la même intensité. La période qui est le signe du timbre est plus nombreuse et plus compliquée.

La superposition au son fondamental de vibrations élémentaires [illegible] qui se fondent avec lui modifie la période en formant un groupement nouveau et change aussi le mode de l'excitation acoustique.

Il en résulte que les sensations qui paraissent à première vue des phénomènes simples sont en réalité très complexes. Taine et A. Spencer, s'appuyant sur les expériences d'Helmholtz, se sont attachés à mettre en lumière ce caractère de la sensation et à en montrer les facteurs multiples (1).

Tout autre [illegible] les vibrations périodiques s'associent les vibrations [illegible] une sensation comparable à celle du timbre.

La sensation multiple se produit davantage [illegible] son dominant que la démonstration [illegible] possible. On sait depuis longtemps que par le timbre [illegible] son est [illegible] de sons accessoires plus aigus et plus faibles. Les travaux d'Helmholtz permettent

(1) Taine, *De l'intelligence*, t. I, liv. III, [illegible] Paris, Hachette. — Spencer, *Principes de psychologie*, t. I, [illegible] Paris, F. Alcan.

qu'un son musical qui paraît simple est aussi un complexe : il est fait de sensations plus simples agglomérées, confondues et fondues en une seule. C'est toute la théorie du timbre.

Nous nous dispenserons [illegible] des phénomènes [illegible] cette complexité de la parole [illegible] que nous avons choisi [illegible] puisque [illegible] de la parole [illegible] rapport plus [illegible]. Enfin [illegible].

[illegible] timbre ?

C'est une association harmonique de mouvements vibratoires divers [illegible] la loi acoustique qui préside aux rapports des vibrations sonores les plus simples.

On a pu voir par l'étude des vibrations des cordes dans les splendides expériences de Tyndall par exemple [illegible] le son fondamental non seulement dans ses [illegible] mais dans toutes ses parties, produisant une [illegible] de mouvements plus petits, dit le professeur anglais.

Suivant [illegible] des [illegible] de papier posés sur les nœuds et les ventres de la corde en vibration [illegible] constatable l'existence [illegible] proportions multiples [illegible] premier [illegible] simple [illegible].

Ces sons [illegible] des vibrations des segments [illegible] lesquels se partage la corde [illegible] sons [illegible] sont les harmoniques [illegible] partielles qui s'ajoutent et se fondent dans le [illegible] pour la [illegible] la sensation [illegible] du timbre.

C'est le [illegible] qui groupe ces vibrations multiples en [illegible].

On [illegible] pendant longtemps [illegible] sur les causes de la formation du timbre.

En 1775 dans l'*Encyclopédie*, article Son, [illegible] Rousseau [illegible] : « Quant à la différence qui se trouve encore entre les sons par la qualité du timbre [illegible] ni au degré de grave [illegible] hautbois [illegible] auront beau se mettre à l'unisson [illegible] douceur le son au même degré, le son de la flûte aura toujours

je ne sais quoi de doux et de moelleux, celui du hautbois je ne sais quoi [illegible] qui empêchent qu'on puisse jamais les confondre. [illegible] les différents timbres [illegible]

Cependant personne [illegible] cette partie [illegible] avons [illegible] ne peut dépendre [illegible] nombre *des vibrations* qui font le [illegible] grave à [illegible] dans les corps [illegible] différents [illegible] chose trop aisée.

En 1795 un [illegible] Monge [illegible] Helmholtz [illegible] M. Monge de l'Académie [illegible] timbre [illegible] vibrations [illegible] quelques différences [illegible] même timbre.

En 1817 [illegible] de Monge [illegible] dans son *Précis élémentaire de physique expérimentale* : « Tous les corps vibrants font entendre à la fois [illegible] sons [illegible] infinité de sons [illegible] des sons harmoniques [illegible] timbres [illegible] sensation. »

[illegible] pas la dégradation d'intensité des harmo

[illegible] accords [illegible] [illegible] [illegible] Helmholtz (1875).

[illegible] dans le *Traité de physique de Dupuis* [illegible] 1861 [illegible]

[illegible]

Les courbes qui représentent les ondes sonores peuvent être de forme variable [illegible] [illegible] *les interruptions entre les ondes successives* [illegible]

La réalité de ces hypothèses a été démontrée par les belles expériences d'Helmholtz [illegible] Guillemin [illegible]

Magendie (*Précis de physique*, 18[illegible], t. II, p. 197) [illegible] [illegible] plus ou moins grand nombre d'harmoniques qui se produisent en même temps que le ton principal. Dès 1843 Savart et Seebeck avaient démontré [illegible]

Helmholtz dit que Rameau [illegible] (Rameau, *Éléments de musique*, [illegible] 1762; Helmholtz, *loc. cit.* [illegible] 1864 [illegible]

varient dans la suite. Au mot timbre du *Dictionnaire de musique* [illegible] (1768) [illegible]. Les véritables causes des variations de timbre ne sont pas encore connues.

Cependant le sens de [illegible] différences depuis bien longtemps. [illegible] constructeurs d'orgues [illegible] d'autres savants [illegible] du corps [illegible] particulier à un son [illegible] le son fondamental une série [illegible] de sons plus légers (petits harmoniques) [illegible] dans le sens [illegible] la qualité recherchée : le timbre [illegible] du corps [illegible] sans cependant altérer la hauteur du son.

En 1875 (?), Helmholtz [illegible] dans sa *Théorie physiologique de la musique*, a [illegible] la simplicité [illegible] proposé [illegible] le timbre devint classique [illegible] l'hypothèse [illegible] expliquée.

Au moyen d'expériences nombreuses sur les cordes, sur les diapasons [illegible] physique [illegible] ont les sons harmoniques [illegible] partiels dissonants) [illegible] la qualité du son.

On peut [illegible] les sons partiels et les [illegible] que le timbre du son change [illegible] tantôt [illegible] du son fondamental, tantôt [illegible] suivant la longueur de la corde qui est mise en vibration quand le son fondamental [illegible].

L'un des [illegible] de la formation du timbre [illegible] phonographiques [illegible] de [illegible] que l'origine de leurs différences est dans la complexité [illegible] du timbre [illegible] le nombre et la nature des vibrations [illegible] dont l'addition forme la période typique (Gellé, *Bull. Soc.* [illegible] 1898 et *Arch.* [illegible]) [illegible] la période.

Nous avons vu que l'oreille distingue [illegible] les plus légères modifications de ces éléments [illegible] additions, changement d'intensité [illegible] les graphiques) ce

mécanisme de la formation des timbres ou sons composés [illegible] l'engagement [illegible] des sons [illegible] qui [illegible] la simple.

Il est probable que [illegible] [illegible] doit suivre la progression [illegible] qui [illegible] fondamental [illegible] et qui possèdent [illegible] [illegible] un moment où [illegible] dépouillé de ses [illegible] [illegible] disparaître [illegible] totalement de la conscience. C'est ainsi par [illegible] [illegible] les sons voyelles, etc. [illegible] le temps et par l'absence d'exercice.

Sons inharmoniques, timbres désagréables. — Remarquons que les tons plus élevés (les harmoniques sont toujours plus élevés de ton que le son fondamental) [illegible] [illegible] corps sonore [illegible] [illegible] de la totalité du corps sonore) [illegible] [illegible] fondamental [illegible] [illegible] fondamental qui détermine la hauteur et la tonalité des [illegible] tons.

Il peut sembler étrange [illegible] [illegible] quand [illegible] sont tellement [illegible] son fondamental, qu'il [illegible] [illegible] impossible [illegible] [illegible] autres.

Mais Helmholtz montre d'une façon positive que [illegible] [illegible] [illegible] l'attention.

[illegible] l'attention [illegible] [illegible] quels phénomènes [illegible] C'est ainsi que [illegible] le savant physicien [illegible] [illegible] que

accompagnent les sons des violons et autres instruments. [illegible]

[illegible] ceux de la voix humaine, sont riches en harmoniques [illegible]

Entre tous les sons partiels [illegible] de la voix humaine [illegible]

[illegible] Helmholtz et König [illegible]

[illegible] Helmholtz [illegible]

[illegible]

[illegible] Helmholtz [illegible]

[illegible]

[illegible]

Grâce à ces additions il se produit donc une forme toute nouvelle de la période, qui doit faire sur notre oreille une impression particulière et totalement différente.

La figure théorique de l'onde sonore modifiée par les tons partiels, que l'on trouve dans tous les livres classiques (Helmholtz, Bernstein, montre) [illegible] la forme de l'onde résultante est changée par ces [illegible] d'éléments vibratoires, d'ébranlements nouveaux [illegible]. On rend ainsi sensible le [illegible] les sensations acoustiques de timbres différents, [illegible] la qualité et le timbre des sons [illegible] [illegible] change la sensation [illegible].

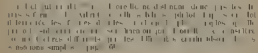
A ce propos, [illegible] (*loc. cit.*, Leçon VIII) [illegible] la critique suivante, que l'étude de nos figures phonographiques nous autorise [illegible] juste. « Les différences de phase, d'après Helmholtz, [illegible] la forme de l'ébranlement, ne [illegible] pas le timbre, [illegible] la sensation [illegible] physique résulte de la composition de la courbe ondulatoire. Il est difficile d'admettre que la différence de phase n'altère pas plus ou moins l'intensité et la forme de l'ébranlement. Cette opinion est incompatible avec la théorie de Helmholtz) et le rôle de l'intensité et le timbre sont sous la dépendance des différences de phase [illegible] ».

Nos graphiques viennent à l'appui de cette opinion.

Chaque instrument de musique et chaque voix sont donc [illegible] représentés par des courbes spéciales, caractéristiques de leur timbre, dont la description et l'analyse sont le [illegible] de l'acoustique physique. [illegible] [illegible].

Concluons avec Helmholtz que le timbre est lié à la forme de l'onde sonore, et cette forme résulte de la combinaison des périodes et de leurs éléments composants.

Le timbre étudié sur les phonogrammes. — Dans la [illegible] les graphiques du phonographe [illegible] déjà dit qu'on pouvait


[illegible] l'oreille ne distingue donc pas les [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] simples (p. 68).

[illegible] et la démonstration est fournie avec évidence [illegible] de la période.

Le phénomène [illegible] le phénomène [illegible] même [illegible]

[illegible]

dont la période a été fixée [illegible]

Nous pouvons [illegible]

[illegible] élémentaires [illegible] l'analyse des phonogrammes [illegible] [illegible] du son grave [illegible] dans un son [illegible] phonique [illegible]

Par exemple, l'analyse de la formation du timbre [illegible] [illegible] (fig. 35 [illegible]).

L'oreille [illegible] les différences qui ne tiennent [illegible] [illegible] et à leur coordination suivant les lois de l'acoustique.

L'influence [illegible] sensations [illegible] par Helmholtz [illegible] [illegible] reproduire.

Influence de la consonne sur le timbre de la voyelle [illegible] la consonne sur la voyelle dans la syllabation.

[illegible] un groupe par exemple [illegible]

Les figures semblent plus [illegible] plus marquées [illegible] [illegible] modification de forme [illegible] [illegible] sur le phonogramme. [illegible] toutes les vibrations de la syllabe.

En voici quelques exemples.

La figure [illegible] représente [illegible] [illegible] par l'intervention [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible]

On remarque tout d'abord les empreintes de [illegible] plus [illegible] [illegible] [illegible] par les vibrations de [illegible] et [illegible] quelques-unes [illegible] par excellence.

Autre exemple [illegible] (fig. [illegible]) [illegible] de [illegible] Dumont (fig. [illegible]) dans Ca[illegible]

Dans la figure [illegible] on voit la voyelle [illegible] du mot [illegible] très [illegible] très peu distincte [illegible] dans Duc [illegible] même [illegible] affirmée par des empreintes plus [illegible] plus [illegible] [illegible] de voix plus grande et relevé surtout [illegible] la consonne légèrement explosive D du début [illegible] mais de

[illegible]

Fig. [illegible] — A [illegible]

[illegible] très énergique. On voit [illegible] de la consonne sur la [illegible]

[illegible] dans [illegible] des sons de [illegible] [illegible] les modifications de la voyelle [illegible] semblables [illegible] pour [illegible] [illegible] de sonorité.

Le phonographe [illegible] tous les éléments [illegible] analyse [illegible] voyelles [illegible] [illegible] plus [illegible] et les plus

fécondes pour éclairer ces recherches sur la nature et les qualités des sons qui causent la diversité [illegible]

Le timbre étudié au moyen des flammes manométriques.

Les flammes manométriques servent également pour la démonstration des origines du timbre. Comparez les résultats des [illegible] de M. [illegible] D. Marage [illegible] plus haut à propos des [illegible] la différence [illegible] les groupes [illegible] types des flammes [illegible] par les deux observateurs (fig. [illegible])

On [illegible] de ces différences [illegible] que [illegible] M. Koenig pour expérimenter l'action des sons voyelles sur les flammes [illegible] *en forme de cornet*, et M. Marage [illegible] *le déclanchement initial* des ondes [illegible] est [illegible] que le mode de déclanchement initial par le procédé [illegible] l'action du son sur la membrane sensible est direct.

[illegible] que le dessin et les décompositions de la flamme sensible [illegible] (pl. V et VI de l'Atlas de Marage).

De plus, [illegible] de corps vibrant [illegible] les parties métalliques [illegible] des expérimentateurs [illegible] par suite.

Si l'on compare [illegible] dans ces expériences de flammes manométriques [illegible] de Koenig, pour des sons [illegible] de *Helmholtz*, on constate que [illegible] initial des vibrations [illegible] la flamme sensible. Pour [illegible] Helmholtz [illegible] correspond [illegible] 118 [illegible] Donders [illegible] pour E [illegible] pour O [illegible] pour A [illegible] d'après Koenig et Helmholtz).

On [illegible] de l'aspect [illegible] l'a [illegible] de la voyelle est mise plus [illegible] les timbres [illegible]

[illegible] des flammes [illegible] (fig. [illegible] et pl. V, VI, VII et VIII, Marage).

Le [illegible] est la [illegible] qui donne un groupe de flammes

caractéristiques la plus grande netteté. Celle-ci s'obtient avec le résonnateur accordé, mais pas exclusivement avec lui, car [illegible] voyelle peut avoir plusieurs vocables. Ce sont les conclusions mêmes du travail du Dr Marage.

Je ne voudrais pas m'étendre trop sur ce sujet; cependant je dois signaler [illegible] les nuances différences qu'offrent les graphiques du phonographe suivant qu'on y inscrit les sons d'un instrument à vent ou d'un instrument à anche comme le hautbois par exemple, comparé au violon, instrument à [illegible] simple, tandis que l'autre est composé. [illegible] les plus complexes du hautbois se rapprochent de ceux de A, O, et par places même sont identiques. [illegible] la consonne n'est-elle pas aussi une nouvelle [illegible] se traduit par [illegible] au défaut [illegible] (fig. 25 a).

Les timbres aigus [illegible] les plus grandes ressemblances; de même les *f*, *ch* rappellent les sons des instruments [illegible] de la voix humaine dans le chant [illegible] violon [illegible] de la flûte [illegible] souvent impossible à différencier, sinon par leur trop grande [illegible] du larynx se rapprochent [illegible] ceux du hautbois sont incomparablement plus [illegible] des sons-voyelles A, O, OU, et seraient faciles à confondre avec leurs graphiques.

Timbres des sons voyelles, résonnateur buccal. — Cette influence du résonnateur apparaît au maximum dans la phonation. Car toute la cavité pharyngo-buccale joue le rôle de résonnateur vis-à-vis des sons vocaux issus du larynx.

Mais ce résonnateur vivant est flexible, mobile; se tend et se détend, s'allonge et se raccourcit, s'ouvre et grandit, se ferme ou se rapetisse, pour l'articulation dont le travail opère les multiples modifications nécessaires à la prononciation de la parole.

[illegible] que c'est voir seulement une partie de l'action du canal pharyngo-buccal dans la syllabation et la phonation articulée [illegible] longtemps dans [illegible] point de vue de l'[illegible] nouvelle forme par la structure des [illegible] que le courant vocal traverse et qu'il modifie

dynamique se bientôt dans un sens particulier l'action de la résonance sur la voyelle, après l'avoir suspendue momentanément (V. fig. ... silence).

L'appareil et l'ouverture de la résonance buccale ... sont les éléments dont les variations forment les sons caractéristiques des voyelles et des consonnes, entre lesquelles il n'existe que des nuances, des degrés dans le mécanisme de la formation, ainsi que cela a été dit. Helmholtz a classé les voyelles d'après les dispositions de la cavité de résonance qui servent à les faire naître.

Ce sont :

	AI	E	I
A	EU		U
	O		OU

Gavarret (*Phénomènes physiques de la phonation*) résume la pensée du savant physicien d'Heidelberg. La voyelle A, à laquelle correspond une ouverture de la bouche en forme d'entonnoir, fait le point de départ des trois séries. On passe de l'A à la série inférieure O, OU, en retirant la langue en arrière pour donner à la cavité buccale plus de capacité et en rapprochant les lèvres pour rétrécir son orifice.

Le retrait de la langue et le rétrécissement de l'orifice externe de la bouche augmentent dans le passage de l'O à l'OU. Pour A, O, OU, cette cavité est disposée en une cavité unique formant une caisse de résonance qui ... son fondamental propre. Le maximum de capacité, le minimum d'ouverture ... le son le plus bas du son propre de cette caisse, correspondant à la voyelle OU.

Mais le problème n'est plus simple avec la résonance humaine si mobile ; il en résulte une grande ... changement de timbre et une variabilité extrême. Les sons parlés, M. Marichelle, dans son livre de *la Parole* d'après le tracé du phonographe, montre combien les sons voyelles peuvent être différents pour la même lettre ; il en est ainsi des sons que nous prononçons chaque fois quand nous disons A, E, I, O, U. Il est si vrai que nous appelons par une seule et même lettre des sons de timbres bien discernables.

Le phonographe rend manifeste la multiplicité des sons que nous caractérisons sommairement A, E, I, O, U ; on voit qu'il

y a bien des espèces de sonorités qui correspondent à nos signes [illegible] si peu nombreux.

C'est ainsi que la lettre L, qui nous est apparue déjà tellement modulée dans ses manifestations par les [illegible] à toute une gamme de sons, de timbres distincts et de tracés qui la représentent (V. fig. [illegible] 17).

D'ailleurs les intonations [illegible] à l'infini [illegible] des phonogrammes de [illegible] (V. fig. [illegible]).

Aussi nos sensations sonores phoniques sont plus nombreuses que nos appellations littérales. Dans la pratique, ces grandes différences sont bien connues, et la déclamation doit employer tout un arsenal de notations, de marques pour [illegible] d'une même lettre, d'un même signe écrit.

On ne sait pas [illegible] la phonographie montre une grande diversité de formes des périodes constitutives d'un son.

Capacité et réceptivité de l'oreille au point de vue du timbre. — Telles que nous avons expliqué la formation du timbre, la complexité de la période, la mobilité de sa constitution et de sa forme [illegible] particulière et [illegible] comprennent [illegible] variétés de sons, de tonalités, d'intensités et de timbres pour signaler une des voyelles de notre alphabet, suivant les [illegible] les états de l'âme, les conditions de la santé, l'état du [illegible]. Une partie de l'art de la déclamation consiste dans l'emploi de ces nuances des sensations auditives et qualités de nos émissions.

Fourier [illegible] établi par le calcul [illegible] tout mouvement vibratoire peut être reconnu comme la somme de mouvements vibratoires simples pendulaires. N'est-ce pas ce que nos analyses de la période au moyen des flammes ou des phonogrammes, par les [illegible] graphiques nous montrent expérimentalement ?

N'est-ce pas aussi ce que Helmholtz a démontré par ses analyses, décompositions et reconstitutions du timbre, qui ont [illegible] plus tard Koenig à produire les sons voyelles ?

[illegible]

[illegible] pour le timbre [illegible] vibrations [illegible] par les

suffit qu'il fasse attention, qu'elle possède des éléments de perception en nombre suffisant.

C'est dans le labyrinthe, partie sensible de l'oreille, ainsi que nous l'avons vu, que sont exposés aux excitations des ondes et chocs vibratoires transmis du dehors les extrémités des filets nerveux de l'acoustique, coiffées de leurs cellules épithéliales spécifiques.

Une fois que de ces cellules les transmettent aux centres les impressions innombrables reçues, chaque vibration moléculaire, chaque combinaison harmonique agit sur des éléments divers et donne naissance à des groupes de particules dont toute une série se répand dans les centres nerveux. C'est là peut-être la raison de ces vibrations partielles. Un travail inconscient qui aboutit à la formation des modes sonores qui sont issus de l'agglomération et de la fusion de toutes les sensations élémentaires en ces modes (Taine, *De l'Intelligence*).

On remarquera que les tracés phonographiques nous mettent sous les yeux à la fois la vibration moléculaire ignorée de nos sens et la période qui, seule, est la sonore et qui seule cause par sa répétition rapide une sensation ou état de conscience.

Consonances et dissonances. Sons résultants. Battements. Interférences. Musique. — Nous devons dire quelques mots des sensations sonores musicales. Tout d'abord les sons plaisent à l'oreille ou lui déplaisent. Leurs combinaisons sont agréables ou désagréables, de même que nous avons noté des intensités désagréables et des tonalités insupportables et qui, par l'éducation de l'oreille, lui donnent une délicatesse et une acuité remarquablement développées.

Un chef d'orchestre reconnaît et signale une note fausse au milieu d'un concert instrumental. Les sons qui sont à peine différents peuvent être absolument reconnus par l'oreille bien douée, mais aussi développée par le travail et l'étude.

Pythagore a fait le premier pas dans la recherche de l'interprétation physique des accords musicaux.

Les intervalles, fondés sur les rapports simples des nombres de vibrations, donnent une sensation de consonance. La combinaison de deux notes est d'autant plus agréable à l'oreille que le rapport de leurs vitesses de vibrations est exprimé par

des nombres plus simples. Les tons [illegible] rapport de [illegible] la quinte [illegible] sont [illegible].

Les dissonances [illegible] plutôt quand les sons sont plus rapprochés.

Elles résultent, suivant Helmholtz, de la formation de battements alternatifs, d'autant plus désagréables qu'ils sont plus fréquents.

Les *battements* sont produits par la [illegible] de deux systèmes d'ondes [illegible] à [illegible] différentes [illegible] les [illegible] d'un système [illegible] avec ceux de l'autre [illegible] il y a [illegible] renforcement [illegible] ; [illegible] des deux systèmes [illegible] c'est le phénomène de l'interférence [illegible] le son [illegible] les renforcements [illegible] la [illegible] de l'intensité du son au moins.

La [illegible] est alors troublée par les battements si les sons sont presque [illegible] simultanément. Les chocs ou battements sont [illegible] plus nombreux que les vitesses des [illegible] pour les [illegible] vibrations sont plus grandes. [illegible] des vibrations élémentaires. C'est [illegible] souvent.

Si deux tons sont [illegible] d'après [illegible] *résultants*.

Nous [illegible] aux belles [illegible] de Tyndall [illegible] Helmholtz.

La [illegible] pour les accords et les tons [illegible]. Les Pythagoriciens disaient que tout est nombre et harmonie. Pour Euler, la cause du plaisir c'est l'ordre, c'est la perception de l'ordre sans fatigue qui plaît à l'esprit [illegible] Tyndall [illegible] harmonie [illegible] dissonances [illegible] battements de plus en plus [illegible] dissonances [illegible] trouve ainsi expliquée par les [illegible] [illegible]

l'opinion d'Helmholtz qui doit être acceptée, ou le voit. Les battements [illegible] des systèmes [illegible] plus ou moins rapides [illegible] répondent à les excitations [illegible] les battements peuvent naître dans des [illegible] différents [illegible] par l'expérience [illegible].

Exemples. — [illegible] moyen [illegible] longitudes [illegible] dans les [illegible] séparées [illegible] dont l'un est [illegible] [illegible] [illegible] les battements [illegible] On [illegible] même battements [illegible] comme si les diapasons [illegible] [illegible] même [illegible].

Le [illegible] même moment [illegible] sons [illegible]. [illegible] suffisent donc à donner [illegible] battements, et [illegible] en résultent [illegible] les excitations latérales seulement [illegible] des excitations [illegible] phénomène. Deux sons [illegible] se nuisent.

Sons consonants. — Nous avons dit que la perception des sons est limitée pour les [illegible] vibrations simples (ou [illegible] pour les sons aigus à 73 [illegible] vibrations simples [illegible].

Entre ces limites [illegible] des sons est continue [illegible] distingue et dont les degrés [illegible] sont [illegible] comparables [illegible].

Ces sons dans la musique [illegible] sont successifs soit simultanés [illegible] les règles sous le rapport du temps, de [illegible], de l'intensité et du timbre qui sont les modes de nos sensations musicales.

Les variations de [illegible] constituent le *rythme* qu'on [illegible] dans la [illegible] qui sont [illegible] dans les [illegible] de danse [illegible].

La succession des sons [illegible] formant des

accords des dissonances et des consonances, constitue l'harmonie.

M. A. [illegible] Auvergne. Dans l'harmonie musicale [illegible] Telle est l'audition.

L'addition de sons [illegible]

Dans la composition d'une [illegible] Comme point de départ de cette [illegible] (de 87 vibrations) [illegible]

On comprend que [illegible]

Nous ne pouvons [illegible] Nous avons [illegible]

Nous [illegible]

Audition du langage articulé. Timbre des voyelles. — [illegible]

[illegible]

Les mots accentués se distinguent en ce qu'ils sont d'un ton plus haut que les autres (Helmholtz, *loc. cit.*, p. 310).

La fluidité de la parole consiste en ce que l'élocution musicale d'un homme, d'une voix bien timbrée et qui sonne harmonieusement, au contraire, un débit de phrases monotones sont mal venus et point écoutés. Parler d'une voix vive, mettre dans son discours c'est d'un effet bien différent qu'un débit vulgaire ou lecture sans chaleur, sans rythme, sans rythme et d'une tonalité invariable.

Les différences entre la parole et le chant au point de vue de la formation sont intéressantes à signaler.

D'abord l'étendue des sons employés dans la parole est assez limitée ; elle comprend cinq ou six tons tout au plus. Dans le chant, au contraire, l'échelle tonique est de plus de deux octaves (Ellis).

D'autre part, les sons émis dans le chant sont continus (sons liés) unis entre eux, tandis que l'on sait que la parole articulée se produit le son vocal et en fait une sensation discontinue et pleine d'oppositions successives, de différences brusques d'intensités, de forces. Au point de vue de la force du son, on verra que le son buccal trouve les voies buccales plus libres dans le chant, plus ouvertes, tandis qu'à chaque moment elles sont rétrécies et changées de calibre pour la formation du langage articulé. Il y a enfin un affaiblissement du son au moment de la consonne, qui rend plus assourdis les langues et les mots chargés de consonnes ; de plus, la consonne nuit à la rapidité et à la force de la phonation et le chant, par sa formation, s'en...

Il ressort de là une sorte d'opposition véritable entre le chant et la parole, au point de vue de leur formation et de l'audition que le sourd-muet a plus ou moins...

Le rapport de premier fait le premier essai du langage. Comme le geste, celui-ci est né du besoin d'exprimer et de communiquer les sentiments, les volontés entre les hommes.

Puis apparut l'émission de sons voyelles et bruits d'abord, tous liés à l'émotion de la phrase, puis les sons chantés, modulés, eurent leur signification particulière comme chez les animaux, cris aux sons... donc l'homme a chanté avant d'articuler, il chantait avant ses phrases sans son doute. La métaphore, la phrase de Helmholtz est classique. (V. plus haut

Formation du langage articulé, voyelles et consonnes. — La parole est formée par [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (Fig. [illegible]) [illegible]

A son passage à travers [illegible] son larynx est modifié [illegible]

Cette [illegible] plus [illegible] différents sous tous les rapports.

Le son laryngé [illegible] langage [illegible] l'articulation telle que nous la produisons [illegible] le produit [illegible] possible [illegible] deux points importants dans la conquête du langage [illegible] (Binet, *L'évolution des idées générales*, p. 8.)

La parole [illegible] est une suite de [illegible] sonores dont la tonalité ordinaire est le *fa* [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] langage [illegible]

Qu'est ce que la consonne ? Dynamogénie des voyelles par la consonne. — [illegible]

Nous avons expliqué [illegible]

[illegible]

Malgré cela [illegible]

[illegible]

graduelle qu'on a déduit de l'examen des tracés phonographiques [illegible] avec nos sensations [illegible] [illegible] [illegible] et plus [illegible].

[illegible] pulsation [illegible] fermeture du canal buccal [illegible] du souffle [illegible] [illegible].

Du [illegible] qui [illegible] au larynx [illegible] pulmonaire et la formation de la glotte précèdent l'*attaque* du chant et de la parole (Lotte vocale de Mandl).

La démonstration de [illegible] du langage [illegible] la voyelle qui succède à la [illegible] P, T, C, K explosives (fig. 7, 11, 19, 20, 22, 23, 24).

Tracés de la voyelle modifiés par la consonne. — Mais les tracés du phonographe sont à ce point de vue [illegible] particulier. La figure 7 donne un type de cette [illegible].

On entend avec le parleur l'explosion de la voyelle qui suit le T, par exemple, et l'on voit le tracé [illegible] dans le [illegible] caractéristique de la voyelle [illegible] posée est presque [illegible] pendant une [illegible] profondes [illegible] par [illegible] des graphiques des [illegible] sonores [illegible] de plaques de métal [illegible] (V. fig. 2 et fig. [illegible]).

[illegible] explosif [illegible] du système [illegible] à la vue du graphique (fig. [illegible]).

[illegible] démonstration [illegible] segmentation même [illegible] pendant la syllabe. Le graphique montre que [illegible] [illegible] canal buccal se forme [illegible] [illegible] qu'à [illegible] Dans le troisième [illegible] la nouvelle syllabe [illegible] leur caractère [illegible] (V. fig. 20 [illegible] 24).

En effet, [illegible] sur la [illegible] du son

Fig. [illegible]

[illegible] de la syllabe constituée. Ces trois temps [illegible] M. [illegible] Les figures [illegible] et les effets [illegible] de la vibrante R.

Abaissement de l'intensité sonore au moment de la con

[illegible] Meyer, de Bosanquet, de [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

sède une pénétration particulière, en même temps qu'une grande douceur, qualités que j'utilise dans mes leçons acoustiques.

Les paroles chantées, nous l'avons montré sur les tracés phonographiques, ne résistent pas à la nécessité d'allier le

Fig. [illegible] — Re = r ou n

son dans le but [illegible] la syllabation se trouve être une gêne pour l'artiste [illegible] des altérations telles que les phrases sont [illegible] nous avons [illegible] sons (fig. [illegible]).

Ainsi que [illegible] Helmholtz [illegible]

holtz (*loc. cit.*, p. 810). Quand ceux-ci prédominent, on voit [illegible] produit le son vocal laryngé [illegible] (fig. [illegible] 6) et dans les [illegible]

[illegible] confirmation dans le travail de Marage (*loc. cit.*) [illegible] (V. *Rubinstein*, p. [illegible])

Intonations, accents. — On a remarqué que toute la syllabe [illegible] mais le son vocal est [illegible] du larynx [illegible] forment les modifications du son qui constituent l'*intonation*, à laquelle contribuent [illegible] les forces expira[illegible] [illegible] de l'expression [illegible] des sentiments.

[illegible] envisagés au point de vue de l'intonation [illegible] les exclamations, les accents [illegible] représentés [illegible] comme contrôle.

[illegible] les changements rapides de la [illegible] la longueur et la forme des périodes [illegible] comme des figures typiques [illegible] des graph[illegible] [illegible] est conservée [illegible] avec l'émission vibrante [illegible] la figure [illegible] aussi.

Cette opposition [illegible] du parleur toujours possible [illegible] de la reconnaissance [illegible] des types et des périodes dans cette [illegible] lyse.

[illegible] de M. Marichelle sur [illegible] sujet [illegible] (*loc. cit.*) [illegible] de M. l'abbé Rousselot (*loc. cit.*).

Sons nasaux, timbre nasal. — Les sons [illegible] AN, IN

GELLÉ.

[illegible]

[illegible]

ON, UN) sont formés de A, E, I, O, U, avec l'abaissement simultané du voile du palais, qui laisse béantes les cavités de résonance nasales.

Les sons nasaux empruntent grâce à l'adjonction [illegible] timbre [illegible] nasal. Ce timbre est vigoureux, plein, mais sourd; il est très variable selon les individus et les races. [illegible] du timbre nasal (INb, YN, IN, AN, IN, ON, UN).

Les affections des voies naso-pharyngées altèrent profondément ces sons nasaux. Tantôt elles suppriment [illegible] sion, tantôt au contraire certains sons qui n'ont jamais ce timbre, s'en revêtent fortement; ils ajoutent aux voyelles [illegible] doivent pas le posséder du timbre et en changent plus ou moins les caractères.

Les maladies qui obstruent la cavité rhino-nasale ont la même action nuisible sur la voix; elles rendent celle-ci assez spéciale pour les faire diagnostiquer [illegible] pour ma [illegible].

Conclusion générale. — Nous avons étudié les sensations acoustiques et les propriétés des vibrations qui les font naître sous le rapport de la durée, de l'intensité, du ton, du timbre dans leurs combinaisons et associations musicales (fig. [illegible]) dans le langage articulé, enfin cette source de nos relations avec nos semblables.

Nous avons ainsi étudié l'excitant de la fonction auditive sous toutes ses formes et dans ses éléments primordiaux et dans ses combinaisons les plus intéressantes; nous allons maintenant considérer l'organe qui sert à la fonction [illegible] point de vue anatomique et surtout fonctionnel.

Nous savons que le nerf auditif et le centre acoustique comme l'optique sont doués d'une énergie sensorielle spécifique, par laquelle les chocs des vibrations de l'air sont transformés en sensations acoustiques. L'appareil est doué d'une réceptivité énorme, grâce à la multitude des fibres nerveuses et des cellules [illegible]. [illegible] la diversité de nos sensations [illegible] la somme et de la [illegible] des éléments nerveux excités [illegible] des modes d'excitation.

CHAPITRE II

LES ORGANES AUDITIFS. — ORGANES PÉRIPHÉRIQUES CENTRES ACOUSTIQUES

§ I. — L'OREILLE. PREMIERS LINÉAMENTS D'UN ORGANE DE L'OUÏE. SON DÉVELOPPEMENT DANS LA SÉRIE ZOOLOGIQUE.

L'oreille est un instrument acoustique ; c'est l'organe propre du sens de l'ouïe ; elle éprouve, chez l'homme et les animaux aériens, les vibrations de l'air, chez les autres celles du milieu liquide dans lequel ils vivent, et les conduit au contact d'un nerf sensible qui en transmet l'impression à la conscience.

On comprend déjà que l'instrument doit différer suivant le milieu et la nature des ondes sonores ; nous allons voir [illegible] quelles sont en effet les dispositions organiques qui répondent à ces conditions particulières. Mais dès à présent il faut dire que beaucoup d'animaux inférieurs chez lesquels il semble qu'on doive admettre une certaine audition ne possèdent pas d'appareils bien différenciés. [illegible] ceux que l'on doit suivre par une tendance [illegible] sont-ils chez eux confondus avec les organes plus généraux du sens du toucher.

Comme le toucher, la sensation acoustique est la résultante de chocs, de pressions, d'une communication de mouvements venus du milieu ambiant. Nous avons montré qu'une certaine [illegible] dans la genèse de cette sensation auditive. On ne s'étonnera donc point d'ap

[illegible]

[illegible] mouvement [illegible]

[illegible] la vibration sonore échappent à nos sens [illegible] petits [illegible] phénomènes [illegible]

[illegible]

[illegible] au moyen [illegible]

[illegible]

Les organes des sens [illegible]

différences dans les phénomènes [illegible] d'attribution [illegible] [illegible] qui est leur raison d'être [illegible] spécial [illegible] doit être [illegible] [illegible] par les vibrations [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] distinct [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] sensibilité de [illegible]

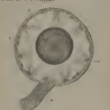


Fig. 48. — Organe de l'ouïe [illegible]

[illegible]

Dans l'organe de l'audition il y a donc transmission de mouvements et la structure et la mobilité des parties doivent être en rapport avec la nature du mouvement [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

Les conditions sont fondamentales. L'organe auditif n'est [illegible] [illegible] [illegible] l'audition [illegible] l'animal [illegible]

Les premiers linéaments d'un organe auditif se distinguent chez les animaux inférieurs en même temps qu'apparaît leur

système nerveux, tous deux sont dérivés de l'ectoderme.

C'est chez les *Cœlentérés* que on observe les premiers vestiges d'un système nerveux en communication avec des cellules de l'ectoderme, réunies en groupes au fond d'une dépression [illegible] d'un [illegible] [illegible] dite [illegible] à laquelle aboutit un filet nerveux.

Dans le fond de cette petite fosse plein de liquide, au contact [illegible] qui [illegible] les cellules neuro-épithéliales [illegible] un ou plusieurs [illegible] les otolithes.

C'est chez les *Méduses* que l'on observe les premiers [illegible]



Fig. [illegible]. — [illegible] de *Rhopalonema* [illegible] [illegible] (d'après Hertwig).

[illegible]

[illegible] neuro-épithéliales [illegible] en rapport avec un renflement ganglionnaire de l'anneau nerveux marginal [illegible] (R. Hertwig) (V. fig. [illegible]).

On [illegible] ces [illegible] [illegible] les [illegible] de l'organe [illegible].

[illegible] [illegible] constants dans toutes les [illegible] [illegible] elles sont toujours en rapport [illegible] avec des [illegible] ganglionnaires et [illegible] nerveux [illegible] [illegible] (V. fig. [illegible]).

[illegible] cellules [illegible] [illegible] [illegible] se présentent sous la forme de grosses cellules [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] fusiforme, allongé [illegible] correspondant en les [illegible] et forme de nouveau du plateau [illegible] par une [illegible] saillante (V. fig. 30).

Ces éléments sont disposés de diverses façons dans la [illegible] et sur ses diverses [illegible]; ils sont [illegible] animaux [illegible] dans la série zoologique [illegible] dans des dispositions multiples correspondant à des [illegible] multiples, mais le type reste identique et [illegible] (Hensen, Leydig, [illegible] R. Hertwig, Paul Meyer, [illegible] Waldeyer, Hasse, Key, Retzius, Schultze, [illegible] Cornil, etc.)

Chez la [illegible] l'élément fondamental est [illegible] des plus [illegible] dans les [illegible] et dans le labyrinthe compliqué des Vertébrés.





[illegible]

L'otolithe simple [illegible] transmet [illegible] des cellules auditives [illegible] ; il semble [illegible] les mouvements [illegible] Beaunis remarque [illegible] les petits organes [illegible] Méduses sous la forme [illegible] les [illegible] des [illegible] conclut que ce sont [illegible] les organes de [illegible] en [illegible] *Callianira bialata* [illegible] de Varigny, [illegible] Bruner [illegible]

[illegible] point de [illegible] les [illegible] de Varigny, [illegible] Delage [illegible] les hypothèses [illegible] spéciale [illegible] plus loin [illegible]

rapport [illegible] avec la fonction [illegible] dont l'étude est [illegible].

Il est intéressant [illegible] de savoir [illegible] dans certaines classes zoologiques [illegible] par exemple chez les [illegible] [illegible] les vésicules [illegible] Brücke.

Chez les Crustacés on trouve [illegible] cellules ciliées [illegible] ces vésicules sont situées à la base des antennules.

Hensen, dans une expérience [illegible] de la surface du corps de la Mysis sous l'action des sons [illegible] les [illegible].

Fig. [illegible] — [illegible]

Il [illegible] également [illegible] Depuis [illegible] Huxley [illegible] des [illegible].

[illegible] Ctenophores [illegible] Anch [illegible]

Chez les [illegible] développé [illegible]

[illegible] les organes [illegible] l'audition.

Avec [illegible]

multiplication des filets nerveux et par conséquent des sensations précises et des relations de l'organe avec les autres parties du corps.

D'autre part l'[illegible] se ferme [illegible] presque une seule [illegible] vésicule interne [illegible] passage aux excitations du dehors.

Les *Céphalopodes*, les *Arthropodes* offrent ce développement incomplet.

Chez la *Myxine*, Retzius a montré les processus de segmentation de la vésicule primordiale incomplets.

Il a décrit l'adjonction d'un canal annexe de forme cylindrique et semi-circulaire, dont une extrémité est dilatée en ampoule et forme un [illegible] chargé de cellules auditives caractéristiques; [illegible] ailleurs [illegible] sont des cellules pigmentaires qui tapissent [illegible] la paroi de la vésicule [illegible] en dehors des macules auxquelles se rendent les nerfs. Retzius indique deux canaux additionnels chez les Pétromyzontes et les Ammocètes.

Fig. [illegible]. — Labyrinthe membraneux d'un [illegible] comparé avec l'organe auditif [illegible]

[illegible]

Il est remarquable que, à partir de ce degré de l'échelle zoologique, tous les animaux possèdent trois canaux à ampoule et [illegible] ces canaux semi-circulaires s'ouvrant dans la vésicule centrale primaire.

Celle-ci de plus se subdivise en [illegible] et les formations nouvelles apparaissent graduellement. L'[illegible] précocité de l'apparition de ces canaux indique suffisamment la fonction générale et [illegible] primordiale qu'ils remplissent.

Autour de ces vésicules se montrent des espaces qui constituent pour [illegible] les voies périlymphatiques, puis se développent les espaces et organes endolymphatiques.

Chez les *Poissons*, l'oreille est [illegible] au labyrinthe; c'est [illegible] des formations vésiculaires, utricule, trois canaux semi-circulaires, la lagena, [illegible] saccule, [illegible] relativement volumineux et des canaux endolymphatiques extrêmement développés (ganoïdes, [illegible]). Chez certains Poissons (*Chimæra monstrosa*), le

canal endolymphatique part de l'étui [illegible] jusqu'aux téguments et s'ouvre à l'extérieur. Les canaux périlymphatiques sont au contraire [illegible] clos.

On conçoit que cette disposition anatomique facilite la transmission des pressions du dehors vers le labyrinthe, mais qu'en revanche elle permet une décharge de la pression intralabyrinthique au dehors.

Chez les *Sélaciens* [illegible] une membrane [illegible] une fenêtre ovale qui est la voie de pénétration des ébranlements extérieurs. Chez les *Téléostéens* le saccule [illegible] contient [illegible] les canaux endolymphatiques s'entrecroisent et la capsule [illegible] légèrement à l'intérieur du crâne.

La fenêtre ovale [illegible]

Chez d'autres Poissons [illegible] le labyrinthe offre un rapport [illegible] avec la vessie natatoire et dont [illegible] par le saccule avec l'extérieur au moyen d'une paroi [illegible] qu'on peut comparer à un tympan [illegible]

Les expansions globuleuses de la vessie natatoire [illegible] labyrinthiques.

Nous comprenons que [illegible] tympan les ébranlements [illegible] dans l'appareil auditif, mais [illegible] de la vessie natatoire au point de vue de la fonction [illegible]. Il est alors probable que les pressions [illegible] équilibre avec celles de l'extérieur [illegible] la tension exagérée du tympan.

D'autre part il résulte des rapports si étroits entre les cavités labyrinthiques et la vessie natatoire que les conditions [illegible] par le labyrinthe qui jouerait ainsi le rôle de manomètre de la tension. [illegible] le labyrinthe [illegible] chez les [illegible] vessie natatoire.

Quand l'animal monte ou descend au sein du liquide, ses organes s'accommodent et les pressions extérieures et les tensions internes s'égalisent.

[illegible] jeu des régulateurs de pression [illegible] et les sensibilités du labyrinthe [illegible] sensations [illegible] et sensations [illegible] labyrinthe [illegible] de faits pathologiques [illegible] (Traité d'otologie [illegible] 1876-1880 [illegible])

Nous [illegible] de Weber [illegible] semblent [illegible] labyrinthe dans les [illegible] de la pression [illegible] Hasse [illegible]

Chez les *Amphibiens* (les salamandres) Retzius et Hasse signalent un vestige [illegible] chez les Anoures [illegible] entre la cavité tympanique [illegible] tympan [illegible] chez la grenouille [illegible] est sans [illegible] pendant chez certaines espèces [illegible] (exolit)

L'organe [illegible] des *Reptiles* [illegible] les espèces. Il n'existe pas d'oreille externe [illegible] chez les Crocodiliens. Ceux-ci ont un appareil aussi complet que chez les Oiseaux; chez les Ophidiens [illegible]

Les *Serpents* [illegible] cavité tympanique [illegible] les *Chéloniens* [illegible] des cellules [illegible]

[illegible] les Serpents [illegible] muscle [illegible] grande classe d'animaux [illegible] labyrinthe [illegible]

[illegible] et les appareils endo et périlymphatique.

L'oreille moyenne s'est élargie et contient les osselets et leurs muscles. Son aération est assurée par un système particulier. Les cellules pneumatiques mastoïdiennes se développent et l'oreille externe prend une importance remarquable chez les animaux [illegible].

Mais on doit observer que sur les crêtes sensorielles des ampoules des canaux semi-circulaires, aussi bien que sur les taches auditives vestibulaires et sur la papille [illegible] du limaçon, on retrouve toujours des cils et [illegible] rangés les éléments cellulaires neuro-épithéliaux que nous avons décrits dans l'oreille [illegible] des [illegible] des animaux inférieurs. Ce sont les éléments fondamentaux de l'organe auditif.

Les *Cétacés* ont une trompe d'Eustache ouverte dans l'évent et munie de replis valvulaires (Owen).

Leurs osselets sont massifs, [illegible]; ils sont logés dans une dilatation séparée de la caisse. Le conduit auditif est extrêmement étroit et son orifice [illegible]; le pavillon fait défaut chez les Mammifères aquatiques.

Chez les *Monotrèmes*, les osselets sont réduits à une columelle, de même chez les Marsupiaux. Chez les [illegible] les osselets ressemblent à ceux des carnivores.

Chez le *Cheval* (Ongulés), le conduit auditif osseux est très long, le pavillon forme un cornet [illegible] très développé; la caisse est plutôt étroite. Les cellules mastoïdiennes [illegible] forment des [illegible] tout autour du conduit tympanique [illegible].

Les trompes d'Eustache s'étendent de chaque côté de la caisse vers deux vastes poches situées à la partie supérieure du pharynx : poches gutturales.

Le rôle de ces organes, d'après Lavocat, serait de suppléer les cellules mastoïdiennes (Chabin, Milne-Edwards).

Chez les *Ruminants*, trompe courte et le reste à peu près analogue.

Chez le *P*[illegible], cellules [illegible] et [illegible] très abondantes, osselets plus délicats.

Chez les *Rongeurs*, la caisse se [illegible] dans la masse du rocher sous forme d'une *bulle* volumineuse. Trompe petite, courte. Osselets délicats.

[illegible]



Fig. 33. — Bulles saillantes sur la base du crâne [illegible]

[illegible] est incomplète. La bulle du lion atteint les proportions d'un demi-œuf de poule ; celle du chat est de la [illegible] d'un gros grain de chasselas. Les osselets sont logés [illegible] dans la partie sus-tympanique de la [illegible] partie inférieure ou tympanique [illegible] le muscle du marteau [illegible] est [illegible] marteau [illegible] et long [illegible] entre [illegible] tympan ovalaire (V. fig. 31).

[illegible] très étroit [illegible] les branches de l'étrier [illegible] une [illegible] un petit osselet [illegible]

[illegible]

Chez les *Chiroptères*, dont l'ouïe est si fine, l'oreille externe est remarquablement volumineuse, étalée en un large écran, et le méat auditif est protégé en avant par une forte saillie ; la *bulle* est vaste, et les osselets bien proportionnés. L'organe auditif est, en effet, des plus développés chez les chauves-souris. Chez l'oreillard la conque auditive a un énorme développement ; chez plusieurs autres espèces, le pavillon atteint la longueur du corps de l'animal (V. fig. 3[illegible]).

L'analogue du tragus est aussi extrêmement ample chez



[illegible]

ces animaux [illegible] fonction de [illegible] Spallanzani [illegible] de voir [illegible] par les chauves-souris sont [illegible] par la perte de la vue, n'a pas hésité à avancer qu'elles *voient par l'oreille*. Jurine (1798), on le sait, remplit les conduits auditifs de colle ou de cire, et les animaux privés [illegible] furent incapables de se diriger alors qu'ils en avaient la possibilité auparavant, malgré la perte de la vue (V. fig. 3[illegible]).

La finesse de l'ouïe de ces animaux nocturnes est des plus remarquables, mais on n'ignore pas que le silence de la nuit [illegible] l'acuité auditive. Les chauves-souris se dirigent par



Lalou Feré Séglas, Lannois His ont montré la transmission héréditaire de ces anomalies

Jetons un coup d'œil d'ensemble sur ce développement de l'organe et de la fonction auditive chez les animaux, de la classe des Mollusques à l'homme

Récapitulation — Un seul élément toujours semblable, se retrouve dans tous ces appareils auditifs du plus simple au

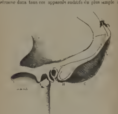


Fig. [illegible]

plus [illegible] c'est la cellule auditive [illegible] cellule cylindrique cellule ciliée. Les poils peuvent s'allonger [illegible] s'agglutiner pour former des lames [illegible] protectrices dans certains cas et surtout [illegible] des [illegible] otolithiques et [illegible] aux cellules auditives. [illegible]



L'oreille externe est un appendice aérien et se développe chez les Mammifères aériens, chez lesquels elle joue un rôle important pour la collection des sons et dans l'orientation.

Parallèlement à cette évolution progressive de l'organe périphérique du simple au compliqué, la fonction auditive se présente d'abord bien peu différenciée de la fonction tactile.

Tout d'abord l'orientation, l'excitation motrice naissent des excitations des cellules ciliées spécifiques par les chocs et les déplacements des otolithes.

Chez les Céphalopodes, un cartilage englobe les deux vésicules et leurs diverticulums, l'orientation latérale est assurée par ce fait, mais en même temps, ainsi que nous l'avons dit avec Verworn, Hasse et Bonnier, etc., les sensations de pression et de tension intérieures sont possibles, et bientôt des appareils d'accommodation spéciaux (Poissons) montreront, par les rapports si curieux établis entre les organes de l'audition et la vessie natatoire, toute l'importance, dans cette question, des sensations barésthésiques et manesthésiques qui servent à l'orientation et à la défense de la fonction de l'ouïe, laquelle exige une tension intralabyrinthique constante et égale et est toujours cependant conditionnée par les pressions extérieures.

Le rôle des canaux semi-circulaires se montre alors bien unique. L'utricule sans doute en fut primitivement lieu et c'est une fonction différenciée en partie au moins de celle de l'ouïe, partage difficile au reste à apprécier à l'état sain, tandis que la lésion expérimentale des canaux en donne excellemment, comme la pathologie auriculaire, la démonstration brutale, il est vrai, par comparaison avec les excitations dues aux variations de pression, de tension et aux ébranlements vibratoires auxquels ces organes sont normalement exposés.

Mais cette action réflexe de motricité, déjà remarquée par Bonnier chez la méduse, quand on excite les organes marginaux, est par la suite, grâce à la division du travail plus compliquée, localisée, limitée, attribuée surtout aux crêtes sensorielles des ampoules des canaux semi-circulaires, qui sont si développés chez les Poissons et les Oiseaux. C'est là une fonction annexe de l'audition, sur laquelle on a tant écrit qu'il est difficile d'en parler peu, et qu'on n'en discute jamais assez les hypothèses causes, car la question est toujours à l'étude.

§ II. — Développement de l'oreille humaine

L'étude embryologique de l'organe de l'ouïe nous fait assister à une évolution alors tout à fait comparable à celle que nous venons d'exposer dans la série animale. C'est le labyrinthe qui apparaît en premier, simple dépression de l'ectoderme, qui peu à peu s'excave et devient une vésicule (période otocystique). Celle-ci s'enfonce et du vestige du [illegible] se détache un faisceau nerveux qui s'accole à la vésicule et se gonfle de cellules ganglionnaires. La vésicule contient de l'endolymphe et des cellules neuro-dermiques (neuro-épithéliales) en tapissant la paroi intérieure.

Fig. 38. — Embryon humain de [illegible] semaines.

[illegible]

Bientôt cette vésicule primitive se subdivise comme à l'otocyste des mollusques, puis successivement se forment les canaux semi-circulaires, le canal ou aqueduc du vestibule (voie endolymphatique) qui se rend aux vésicules cérébrales, plus tard le limaçon qui s'enroule rapidement en spirale.

Je ne puis décrire les curieux et minutieux détails de cette évolution (on en trouvera tous les éléments dans l'atlas du Dr M. Duval [atlas d'embryologie] et dans les ouvrages classiques de Kolliker et de Balfour, Vogt, Pouchet, Beetchli, etc.) (fig. 38, 39, 40).

A la huitième semaine, chez l'embryon, le canal cochléaire



marteau ne fait plus corps avec le cartilage de Meckel (fig. 43) ; ils sont englobés dans un magma muqueux qui comble la cavité tympanique ; la caisse est virtuelle. Il existe un canal étroit ou trompe qui sépare celle-ci du pharynx ; on trouve le muscle tenseur innervé par le trijumeau (nerf masticateur), le stapedius, muscle de l'étrier issu du deuxième arc branchial, et innervé par le facial.

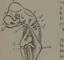


Fig. 43. — Embryon humain de vingt-cinq jours environ.

[illegible]

A quatre mois l'oreille est donc déjà toute développée. A la naissance l'air pénètre dans les poumons et dans la caisse ; le bourrelet gélatineux disparaît et l'appareil auditif devient un organe aérien. Désormais l'aération en sera assurée par chaque déglutition de l'enfant.

L'oreille externe se développe par une succession et une multiplication de bourgeons au niveau de la partie postérieure de la première fente branchiale au niveau de la [illegible] primaire.

Au cinquième mois surtout s'esquisse le pavillon [illegible] (His, Schwalbe, Hertwig, Kölliker, His [illegible]). Le canal est fermé par le plissement du tégument ; le conduit auditif également par le soulèvement de ses deux parois membraneuses et plus tard cartilagineuses ; on y trouve bientôt du cérumen (fig. 44).

Après la naissance du cadre tympanal, des bourgeons osseux naissent graduellement et forment peu à peu le conduit auditif osseux qui reste incomplet environ jusqu'à l'âge de quatre

envahir l'oreille, et c'est dans l'oreille interne ou labyrinthe, que ces [illegible] sont transformées en sensations, et par elle seule qu'elles agissent sur la conscience.

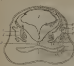


Fig. 42. — Coupe transversale de la tête d'un embryon [illegible]

[illegible]

Ce n'est pas sans raison que l'on dit oreille externe, oreille moyenne, oreille interne : les trois compartiments ou cavités qui forment l'organe de l'ouïe sont en effet topographiquement disposés sur trois plans superposés de dehors en dedans.

L'oreille externe collectionne les ondes et pour cela [illegible] est béante à l'extérieur. L'oreille moyenne est aérienne ; elle couvre l'oreille interne ; son tympan vibre et conduit les vibrations sur le labyrinthe caché dans les profondeurs les plus [illegible] de la base du crâne [illegible].

Fig. 43. — [illegible]

[illegible]

Pourquoi ce siège de l'oreille au niveau de la base du crâne ? Pourquoi est-elle enfouie profondément dans une masse osseuse dure comme l'ivoire ? Pourquoi la partie sensible surtout se trouve-t-elle [illegible] au dernier plan, éloignée de la surface du corps ?

Ce sont autant de questions auxquelles il importe de





aérienne dans ses deux portions externes, et liquidienne dans le labyrinthe où baignent les filets du nerf sensible.

Les ébranlements de l'air émus par ceux des corps se propagent à travers l'oreille externe, et par les rouages de l'oreille moyenne (caisse du tympan) jusqu'au liquide du labyrinthe qui les transmet aux extrémités de l'acoustique par le tapis de cellules neuro-épithéliales qui est étendu sur les crêtes et les papilles auditives. Aériennes à leur source, les vibrations, devenues musculaires, sont donc membraneuses sur le tympan, puis solidiennes sur la chaîne des osselets, enfin liquidiennes dans l'oreille interne.

[illegible] l'oreille moyenne [illegible] ment en ces dernières les vibrations de l'air ; voilà pourquoi l'oreille des poissons est toute dans le labyrinthe. Les lois de Muller expliquent la possibilité de cette succession de passages du courant vibratoire d'un fluide à un autre plus dense au moyen d'une membrane et des osselets.

IV. — Oreille externe. Pavillon de l'oreille. Conduit auditif externe.

Pavillon auriculaire. — L'oreille externe comprend le pavillon et le conduit auditif externe dont l'orifice est le méat auditif.

Il y a deux organes de l'ouïe : chacun d'eux est en rapport avec une moitié de l'espace. Cette bilatéralité assure, il a été dit déjà, l'orientation (V. fig. 37, 44).

Le son est venu de droite ou de gauche suivant l'oreille touchée ou la plus fortement ébranlée ; aussi la direction est déjà en partie connue de ce seul fait, première différenciation dans l'espace.

Tous les organes des sens sont situés dans la tête ou la face ; l'oreille cependant occupe un siège intermédiaire à la partie latérale, intérieure et à la partie postérieure de la tête ; elle est placée à la frontière de la face ; sa sphère d'activité en est plus grande.

Son horizon se prolonge latéralement en arrière ; le pavillon



[illegible] de l'oreille [illegible]

[illegible] en face de nous et sur [illegible] est facilitée par l'écran auricu[illegible] l'audition est moins bien servie [illegible]

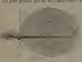
[illegible] à une limite différen[illegible]

cision des sons antérieurs et des sons venus de derrière la tête (V. fig. 44).

Les expériences suivantes rendent ces différences manifestes.

On constate que l'acuité auditive est plus énergique dans la direction latérale, sur l'axe même du conduit auditif, et la figure schématique le montre.

La plus grande portée de l'ouïe existe sur la ligne axiale, la moindre en arrière de la tête, entre les faces postérieures des deux pavillons. En avant sur la ligne médiane antéro-postérieure on trouve au point de contact et de fusion des deux hémisphères latéraux déterminés [illegible] (fig. 46) une zone circulaire à égale distance des deux [illegible] où l'audition est [illegible]



[illegible]

[illegible] expérimental, en les accolant contre le crâne, par exemple, l'audition reste toujours bonne dans la direction du conduit, mais [illegible] est compromise ; de plus, il y a un affaiblissement de l'ouïe, puisque naturellement nous faisons face aux phénomènes qui frappent nos sens, et que les pavillons sont disposés de telle sorte qu'ils favorisent l'audition des sons venus de face.

L'expérience de Weber est classique : il écrase les pavillons sur l'apophyse mastoïde ; une montre est là sur la table en face de lui ; aussitôt il cesse de l'entendre, puis il laisse les conques se redresser librement, et l'audition du tic-tac existe aussitôt.

On sait que les sourds ont de tout temps accru leur audition en plaçant leur main, en coquille, autour du pavillon, pour redresser celui-ci, [illegible] en même temps le canal naturel, ce qui augmente sensiblement la quantité des ondes sonores qui pénètrent dans le conduit auditif. En effet, les deux pavillons arrêtent les ondes sonores et les réfléchissent vers le tympan. Buchanan, Savart ont bien analysé ce phénomène qui résulte des courbures des cornets de l'auricule.

M. B[illegible] en a donné une démonstration élégante ; il convertit par un enduit la surface du pavillon en une plaque réfléchissante ; un faisceau lumineux est dirigé sur elle, et il constate que tous les rayons sont réfléchis vers le conduit auditif externe.

Si avec Schmalz et Harless on comble avec de la cire les creux et anfractuosités de la conque et le reste, en laissant ouvert le méat, on constate l'intégrité de l'ouïe, sauf la perte d'orientation et, comme nous l'avons déjà dit, une diminution de l'audition puisque le champ utile est modifié.

D'autres physiologistes admettent que le pavillon auriculaire propage les sons par voie de conduction (Weber, Savart, Longet, Vulpian). Il amplifie certains bruits et fait résonner le tissu cartilagineux ; une forte pression sur le [illegible] du méat s'oppose seule au passage du son d'un diapason posé sur le pavillon. C'est une lame élastique susceptible de vibrer ; les vibrations ne durent que si le conduit est libre (Bernstein).

La collection par excellence ici est certainement la partie excavée que l'on appelle la *conque auditive* (1).

(1) Nous avons dit [illegible] [illegible] ulatomenie [illegible] et Rosse que

Leschevin voyait un rapport entre l'acuité de l'ouïe et la profondeur de cette dépression. Un autre physiologiste a signalé l'influence de l'angle d'attache du pavillon à la surface du crâne : plus l'organe fait saillie au dehors, plus l'action est sérieuse en effet. Kuss et M. Duval ont avec Beaunis admis le rôle de l'écran sur lequel nous avons à dessein insisté.

En définitive les pavillons réfléchissent vers l'oreille moyenne la grande majorité des vibrations venues de face ; de plus, ils s'opposent à la pénétration directe de celles qui viennent par derrière la tête.

Si l'on se rappelle que les ondes sonores qui viennent dans la direction de l'axe auditif ont conservé toute leur force vive et ont une action directe sur les membranes tympaniques, il est facile de comprendre qu'il y a un maximum d'énergie pour le son qui a suivi cette voie. Mais l'écran auriculaire réfléchit une grande somme des sons venus d'en avant dans ce sens ; il existe donc une deuxième série de vibrations qui arrivent à l'oreille sans avoir perdu de leur force, mais sans égaler les premières cependant ; puis viennent en troisième lieu les sons qui ont dû contourner les pavillons avec un temps perdu forcé et un affaiblissement très explicable par cette marche indirecte.

Une montre cesse d'abord d'être perçue derrière les pavillons, la voix de même (plus sensible chez le sourd).

Donc, entre les deux pavillons, une zone postérieure de l'espace reste dans une infériorité évidente au point de vue de la fonction auditive. C'est le point de départ de différenciations utiles à l'orientation ; je l'appelle la « zone de silence ». Cette partie de l'espace est comme sacrifiée. Nous nous guidons sur le bruit et nous marchons vers lui ; la fuite au contraire est le moyen de défense des animaux dont les cornets auriculaires s'ouvrent en arrière.

Depuis 1876 j'ai démontré dans mes cours à l'École pratique le rôle des pavillons par l'expérience suivante devenue classique.

Expérience de Gellé au moyen du tube interauriculaire. — Un tube de caoutchouc avec embouts est adapté hermétiquement aux deux oreilles par ses extrémités ; son plein passe au-devant de la face (on voit qu'ainsi le rôle des pavillons est annulé) ; une montre est posée sur le milieu de l'anse de ce tube sous les yeux du sujet.

Celui-ci entend un bruit qu'il rapporte au milieu du tube, car il voit la montre. Ceci constaté, faites lui fermer les yeux, puis doucement passez, à son insu, l'anse de caoutchouc d'abord au-dessus de la tête, puis derrière l'occiput : voici l'anse et la montre au niveau de l'occiput.

On voit que les rapports entre les deux oreilles et le corps sonore n'ont pas changé ; le son arrive toujours du milieu de l'anse, puisque la montre est à égale distance des deux méats comme tout à l'heure.

Or, demandez au sujet, qui a toujours les yeux fermés, où se trouve la montre qu'il entend toujours ; et invariablement il répondra que la montre est devant lui, sous ses yeux clos, là où il l'a vue au début de l'expérience.

Il est très étonné, ouvrant les yeux, de ne pas la trouver en face de lui.

Comment voulez-vous qu'il sache qu'on l'a déplacée à son insu, puisque la sensation a toujours été identique et qu'il n'a eu aucun signe qui lui indiquât le déplacement du tube et puisqu'il n'a fait aucun mouvement de la tête ? Pourquoi la sensation acoustique est-elle restée la même ? C'est que les pavillons étaient supprimés par la présence du tube interauriculaire. Supposez le tube ôté ; faites le même transport de la montre derrière la tête du sujet ; aussitôt l'affaiblissement énorme de la sensation lui apprendra qu'on a changé l'objet de place ; son attention sera immédiatement éveillée. La différence des sensations lui a donné aussitôt l'idée d'un mouvement, car il ne s'agit pas d'un déplacement latéral dont la direction est précise et rapidement perçue.

Cette expérience a été discutée et souvent mal comprise, parce qu'on a voulu lui faire démontrer bien au delà de ce qu'elle peut prouver.

Je dis qu'elle montre bien le rôle des pavillons et aussi celui de la zone de silence postérieure dans l'orientation. Car reprenez l'expérience précédente à l'inverse ; commencez par placer la montre sans tube derrière la tête du patient qui a les yeux fermés, et portez-la doucement en avant de lui. Tout d'abord il n'a rien entendu, puis il entend et signale l'objet sonore en face de lui ; mais si vous reprenez le tube interauriculaire et la montre placée dessous, et si vous déplacez placez le tout derrière la tête du malade, les yeux clos, seul

que vous la tenez et où il l'entend par le tube, puis, qu'à son insu vous portiez l'anse et la montre en avant, il ignorera comme la première fois que vous l'avez déplacée jusqu'à ce qu'il la trouve en ouvrant les yeux, c'est la contre-épreuve.

Cette expérience avec le *tube interauriculaire* supprime aussi l'orientation latérale, puisque les deux conduits sont réunis par le tube et n'en forment plus qu'un : la sensation est la même pour les deux organes, aucune distinction n'est possible et l'intervention d'un autre sens devient nécessaire pour savoir d'où part le son ; il n'y a plus de guide par la sensation latérale différente et aucune action des pavillons que le tube annule. L'orientation est impossible ainsi.

La conque joue un certain rôle dans l'auscultation au moyen du *stéthoscope* solide creux, du cylindre classique, dont une extrémité est dilatée en entonnoir tandis que l'extrémité sur laquelle le médecin appuie l'oreille est garnie d'une plaque mince.

Celle-ci, qui constitue un appareil de conduction du son de premier ordre, on le sait, s'accole aux bords de la conque au contact du pavillon et forme ainsi une cavité de résonance excellente d'effet acoustique ; les sons venus par le tube et ceux propagés par la paroi solide se concentrent dans cette cavité artificielle au grand bénéfice de l'auscultation médiate.

L'importance de la plaquette terminale est telle qu'un crayon par exemple, sur lequel on en assujettit une, devient un instrument parfait pour ausculter. Joignez à ces dispositions favorables un contact exact des bords de la portion évasée avec le solide ou la paroi du corps et donnez à cet évasement une assez grande étendue, en forme d'ampoule ou d'entonnoir et vous aurez la transmission la plus complète possible. Ce sont les formes classiques les plus recommandées pour la construction du stéthoscope solide.

Au point de vue de l'*auscultation immédiate*, la plus pénétrante certainement, le rôle de la conque est aussi à mentionner ; par l'application du pavillon sur la paroi thoracique par exemple, il se forme une cavité de résonance, décrite tout à l'heure, un grand avantage de l'auscultation déjà supérieure par le fait du contact immédiat entre la région auriculaire et la source du son.

Le pavillon de l'homme est à peine susceptible de mouvements d'élévation, de redressement ; ses muscles intrinsèques minuscules sont peu actifs ; ses muscles extrinsèques, surtout les élévateurs, se développent par les efforts d'adaptation chez les sourds et les mouvements d'élévation et de tension en arrière s'accusent chez eux, suivant la remarque de A. Coupet. La saillie du tragus a son utilité : elle protège l'entrée du conduit ; on sait quel développement elle atteint chez les Vespertilions (V. *oreillards*) dont l'ouïe est si fine et qui chassent parmi les nuées d'insectes. Par le fait de l'âge, les pavillons s'abaissent et le méat auditif se trouve souvent oblitéré par l'affaissement du cartilage à son niveau.



FIG. 47. — Dieu bienfaiteur. Lobules jaloux...

Les circulations sanguines et lymphatiques sont très actives dans le pavillon ; sa coloration, sa translucidité manifestent facilement les variations dues à l'anémie, aux congestions passagères ou habituelles, etc.

Cette lame cutanée flottant dans l'air est exposée aux intempéries, aussi les engelures, les blessures sont-elles fréquentes et leur répétition amène des déformations de l'hélix.

Chez les lutteurs on a, dès l'antiquité, décrit et reproduit par la sculpture les déformations des bords de l'hélix suivant le métier professionnel. On en a signalé d'autres chez les aliénés par le fait de l'othématome. Je ne ferai que mentionner les mutilations, coupures, sections, hypertrophies, etc., du lobule de l'oreille, sans oublier cependant de rappeler les lobules étirés que l'on observe sur les statuettes de dieux et de divers de l'extrême Orient (Indes, Chine, Japon), ces lobules étirés qui semblent un attribut des divinités et des rois et qu'on ne les retrouve sur aucun des ivoires qui représentent les artisans ou le populace (fig. 47).

C'est tout ce que nous dirons du pavillon envisagé sous le rapport esthétique, trop en dehors de notre sujet (V. fig. 47 et 3).

Au point de vue médico-légal Bertillon l'a étudié comme moyen d'identification anthropométrique ; on sait avec quel succès. D'autre part malgré les recherches de Lombroso, Gradenigo, etc., et les conclusions qu'ils ont voulu en tirer au point de vue de l'anthropologie criminelle, il résulte des travaux de Lannois, Féré, Séglas que les gens sains d'esprit et les sujets sans casier judiciaire offrent autant de déformations des pavillons que les aliénés et les criminels (Lannois, *Arch. anthropol. crimin.*, Lyon).

D'ailleurs les deux pavillons sont parfois dissemblables chez le même sujet, comme les conduits auditifs et les tympans du reste.

Au point de vue de la sensibilité, la peau de la face antérieure du pavillon reçoit son innervation de la cinquième paire.

De plus on sait par les expériences de Claude Bernard et de Schiff que les lésions du sympathique cervical agissent sur la calorification, la circulation et la nutrition du pavillon auriculaire des animaux, tout autant que le trijumeau (M. Duval, Laborde, Gellé, *Soc. Biolog.*, 1877-78). Mais l'action est provoquée tantôt et le plus souvent ici par une irritation nerveuse périphérique (névralgies, algies dentaires, etc.), tantôt et tout aussi sûrement, par une irritation centrale des noyaux d'origine de la cinquième paire, ainsi que les recherches de MM. Duval, Laborde m'ont permis d'en constater les effets (hémorragies, suppuration) chez les animaux opérés qui ont survécu.

Cette irritation peut être d'origine infectieuse.

Conduit auditif externe. — La conque profonde, entonnoir, irrégulièrement évasé, que forme le pavillon auriculaire de l'homme, aboutit en arrière de la petite éminence (tragus) au *méat auditif*, entrée du conduit de l'oreille, toujours accessible aux vibrations de l'air, toujours ouvert chez l'homme.

On voit tout d'abord que cette entrée est assez bien défendue par cette saillie fixe (tragus) garnie de poils rigides du côté intérieur ; cette haie plus ou moins touffue protège le canal toujours béant de l'organe et en défend l'accès aux insectes, aux poussières, etc.

La béance constante de l'orifice des voies de l'audition doit être signalée particulièrement ; elle explique suffisamment la

mot de Schopenhauer. Toute est passive. Les mouvements de rotation de la tête la protègent d'une façon efficace, puisqu'ils permettent d'éviter le choc direct du courant sonore ; mais cela seulement : les ondes font le tour de la tête et les deux organes reçoivent l'impression auditive par ces réflexions.

La défense contre la pénétration des gros ébranlements sonores (canon, fusil) est nulle, de même si la tête est fixe, et le courant dirigé dans le sens de l'axe auditif : ce sont là des actions nocives au premier chef, et les lésions s'ensuivent ; les sensations subjectives consécutives et la surdité même en sont le résultat trop souvent.

Le tuyau de l'oreille, plein d'air, légèrement incliné, en arc de cercle ouvert en avant et en bas autour du condyle de la mâchoire, et dirigé en dedans et un peu en avant, est un cylindre légèrement aplati, un peu mobile dans sa moitié externe qui est cartilagineuse, et aussi à ses attaches au conduit osseux (V. fig. 5).

Ses courbures variables, si elles ne causent pas une diminution accusée de son timbre, ne nuisent en rien à la propagation du son.

Les deux conduits divergent, et la lumière de chacun regarde une partie de l'espace opposée. Les champs d'activité de chaque organe sont aussi bien délimités et séparés : ils pourront apporter par suite à la conscience des notions distinctes dont la comparaison fournit la base de l'orientation objective.

La densité de l'air du conduit est celle de l'air extérieur, vu leur communication constante. Cette colonne d'air vibre à l'unisson des vibrations ambiantes et les ondes sonores quelconques s'y propagent jusqu'au tympan qui forme le fond de la cavité tubulaire. Si l'on ferme à demi le méat auditif, on constate une résonance remarquable des bruits environnants ; on observe souvent ce retentissement quand le conduit est en partie oblitéré par un obstacle pathologique (amas de cérumen, etc.).

Ce conduit cylindrique contourné forme une cavité qui possède une résonance particulière, mentionnée par Muller, et que Helmholtz a étudiée.

Il a noté son influence sur l'audition de certaines tonalités élevées, celle d'indice 6 qu'elle favorise (3 000 vibrations).

Bernstein y voit la raison de la sensation exagérée et désagréable causée par certains bruits aussi renforcés, tels que ceux du grattage de la pierre, du verre, les sons aigus du violon, de ses harmoniques, etc., de la succion du bouchon, etc.

Cet auteur a pu amoindrir ces retentissements en introduisant dans le tuyau auditif de petits tubes de papier buvard, qui ont pour effet d'étendre le son propre de la cavité.

D'autre part, on ne peut être pas frappé de cette propriété du conduit pour les sons d'indice 4, quand on sait que les voyelles en général, dit Kœnig, sont de la même tonalité. Cette résonance du conduit est rendue très sensible par le dispositif suivant.

Un diapason vibre au sommet de la tête et donne une sensation centrale, c'est-à-dire non latéralisée ; on adaptez au méat droit un tube de caoutchouc de 10 centimètres, et aussitôt le son est latéralisé de ce côté par la résonance du tube qui s'ajoute à celle du conduit. Enlevez le tube de caoutchouc et fermez du doigt le méat, le son renforcé se porte à droite aussitôt par le fait du renforcement dû à la mise en vibration de la colonne d'air incluse dans la cavité close ainsi formée.

Remarquons à ce propos que certaines affections de l'organe de l'ouïe réalisent ces conditions expérimentales et causent les fâcheux retentissements des sons.

La nature des parois du conduit a son importance aussi : remplacez sa portion cartilagineuse par un tube métallique introduit aussi loin que possible, comme on le fait avec les cornets acoustiques ordinaires, parce qu'ils ont le son intense, il éclate, il étourdit le patient, grâce à cette association d'une façon métallique, bruyante, cassante, aigre, qui fait aussitôt repousser l'instrument.

Ce n'est donc pas une complication inutile que cette adjonction au conduit osseux d'un tube cartilagineux, lequel adoucit le timbre, et c'est pourquoi aussi les sourds impressionnables remplacent avec plaisir leur appareil de métal par des tubes acoustiques en caoutchouc, qui donnent aux sons de la rondeur et une grande douceur.

Cette portion cartilagineuse du conduit s'ouvre quelque peu au moment où nous abaissons la mâchoire inférieure ; quelques trousseaux de fibres associent sa paroi antérieure

aux déplacements en avant du cartilage interarticulaire qui suit le condyle du maxillaire inférieur.

On remarquera, à ce propos, l'attitude bouche bée de celui qui écoute, les pavillons dressés.

L'anatomiste, le médecin, qui connaissent les rapports intimes des gros vaisseaux de la tête et du cou avec l'organe auditif, s'étonnent à bon droit de ne pas percevoir ces bruits vasculaires, pulsatifs (artère carotide), ou continus (veine jugulaire); de même pour les bruits nasaux, de déglutition, articulaires, etc., d'organes si voisins.

En effet, ces sons normaux n'arrivent pas à la conscience dans l'état ordinaire ; mais fermez le méat, couchez votre tête sur l'oreiller, et pour peu que la circulation soit un peu activée par une cause quelconque (dîner copieux, café, course, etc.), vous entendrez vos artères battre. Les anémiques, les névropathiques entendent le soir des souffles, des chants, des modulations qui n'existent pas de jour.

Ces bruits sont habituels ; dans le jour ils s'évadent par l'oreille ; mais, si vous la fermez, vous vous opposez à cet écoulement au dehors de ces sons organiques, et leur audition a lieu.

Le médecin utilise cette voie de sortie des sons communs et au moyen de l'otoscope (tube de caoutchouc de 50 centimètres dont un bout est introduit dans l'oreille observée et l'autre dans celle de l'observateur), il ausculte ces sons au passage.

La sémiologie auriculaire étudie tous ces bruits lesions otiques, râles sibilants de la caisse, souffles du rétrécissement tubaire, claquement du tympan redressé par le Valsalva, souffles vasculaires, battements ou craquements de l'articulation temporo-maxillaire, retentissements de la respiration nasale, de la déglutition, de la parole (Gendrin), etc., etc., sifflements de perforation tympanique, etc.

Ces bruits intéressent la sémiologie otologique, qui enregistre les modifications que leur font éprouver l'aération de la caisse, la tension du tympan obtenue par tension interne (soit par pression centripète), la déglutition, etc.

Si le son perçu est né au dedans de la membrane tympanique, il s'atténue et peut même disparaître par la tension que l'épreuve de Valsalva ou la pression lui communiquent.

L'épaississement du tissu tympanique et sa tension anormale diminuent l'ouïe par arrêt des sons extérieurs, mais en même temps ils s'opposent à l'issue du courant sonore intérieur; aussi les sons subjectifs sont-ils accrus au contraire par ces changements; la conductibilité équivalent presque à la fermeture du conduit auditif.

Celle-ci a pour effet immédiat, nous l'avons déjà dit, de latéraliser le son du diapason posé au vertex du côté obstrué, soit par arrêt de l'écoulement sonore normal, soit parce qu'il y a dans la pression opérée du doigt une action sur le tympan lui-même par l'air moins condensé *ipso facto*.

Une cause un peu méconnue de l'augmentation de l'audition est l'isolement du milieu bruyant ambiant; si l'on ausculte, on entend les bruits mieux en fermant l'oreille libre; c'est une qualité des stéthoscopes à deux branches. L'isolement est complet alors et les deux oreilles concourent à la recherche du bruit pathologique (Constantin Paul, Chauveau, Sahli).

L'air du conduit continue l'air extérieur et propage tous les sons à l'unisson. Helmholtz dit que la petite masse d'air qui touche le tympan contient et renforce la foule des vibrations de l'extérieur [illegible] la membrane tympanique les rend d'elle.

La sensibilité de la peau du conduit est extrême; celle-ci ne subit jamais aucun contact, aussi son intolérance est absolue. Au plus léger attouchement, il y a une sensation douloureuse persistante, puis production de réflexes curieux; souvent on observe de la toux spasmodique, parfois même de l'aphonie, de l'éternuement, plus rarement un spasme laryngé chez quelques éthyliques.

On reconnaît à cette localisation laryngée une irritation des filets du pneumogastrique (ou du spinal ?) qui animent une partie de la peau du conduit.

La masse des glandes qui entourent le conduit comme une gaine sécrètent le cérumen; c'est une cire molle qui enduit légèrement le conduit et est rejetée dans les mouvements de la tête avec les poussières.

Sa composition est assez simple à l'état normal; la voici résumée d'après Chevalier Lannois (Soc. Lar. otol. 1897).

Pour 1 000 parties on trouve

Eau	100
Oléine et stéarine	260
Savon de potasse soluble dans l'alcool	380
— dans l'eau	140
Matière organique insoluble à base de potasse	120
Chaux et traces de soude	indices

Dans la formation de ces masses qu'on appelle les *bouchons de cérumen*, il entre bien d'autres éléments : des squames épidermiques, puis des poils du duvet plus ou moins abondant du conduit, les poussières, et souvent des sécrétions pathologiques desséchées ; ce sont les produits d'inflammations chroniques de la peau du conduit ou l'oreille sèche ou fluide.

Les parois du conduit auditif doivent être sèches. Tout exsudat liquide est une gêne pour la fonction.

§ V. — OREILLE MOYENNE. — CAISSE DU TYMPAN, MEMBRANE DU TYMPAN, APPAREILS DE TRANSMISSION, CHAINE DES OSSELETS ET SES MOTEURS

Le conduit auditif externe aboutit à la membrane du tympan ; derrière celle-ci se trouve la cavité de l'oreille moyenne ou caisse tympanique ou cavité tubo-tympanique.

Le conduit contient de l'air, véhicule du son. La caisse contient de l'air aussi, mais encore tout l'appareil de conduction des vibrations au labyrinthe et d'accommodation de l'organe. Elle possède de plus un système d'aération annexe indispensable, trompe d'Eustache, puis un réservoir d'air important (cellules mastoïdiennes).

L'écaille temporale sépare du rocher, qui renferme ces grandes cellules osseuses pleines d'air. Ce matelas aérien est un isolant sérieux de l'oreille sensible, qui aussi se trouve placée loin du milieu bruyant.

Le courant vibratoire, qui a pénétré l'oreille, se concentre sur la chaîne des osselets et arrive isolé, sans altération, à la fenêtre labyrinthique.

Dans sa propagation à travers la caisse tympanique, l'onde fait vibrer la membrane du tympan ; d'aérienne elle est devenue

membraneuse de la [illegible] sont les osselets ; et c'est au moyen de leurs vibrations solidiennes qu'elle parvient au liquide labyrinthique. Dans ce nouveau milieu de propagation, le mouvement vibratoire se transforme en excitations nerveuses adéquates que le [illegible] acoustique transmet finalement aux divers foyers sensitifs et [illegible] des [illegible] complexes.

Chacun de ces modes de conduction apporte avec lui ses avantages. La membrane [illegible] toutes les ondes [illegible] quelconques (lois de Savart) elle les propage en toute intégrité aux solides, les osselets (lois de Muller) ; ceux-ci canalisent pour ainsi dire le [illegible] et le [illegible] sans l'altérer (exp. de Tyndall) vers la petite caverne de l'oreille interne dont il [illegible] le liquide (lois de Muller). Les vibrations devenues liquidiennes se répandent dans ses divers compartiments au contact des éléments sensoriels établis pour les percevoir [illegible].

Ainsi se [illegible] les propriétés physiques de cet instrument acoustique. On conçoit dès lors l'appareil [illegible] sous la forme simple d'une membrane tendue et d'une tige qui s'[illegible] par un bout, l'autre bout [illegible] la vésicule du labyrinthe [illegible].

Mais cet organe auditif n'est pas passif ; il possède des [illegible] des moyens de défense intérieurs [illegible] ; il commande aussi ; il peut, par l'action de ses muscles et de ses osseux modifier jusqu'à un certain point la violence du [illegible] et l'arrêter en quelque sorte avant qu'il soit parvenu à l'oreille interne. Cette [illegible] est [illegible] par la segmentation de la [illegible] conductrice, dont je parlerai tout à l'heure, et par un mécanisme qui permet du même coup de fermer l'entrée du labyrinthe et de tendre assez la membrane vibrante pour affaiblir à temps l'effet du mouvement sonore.

Nous allons étudier [illegible] la conduction. [illegible] tion et la [illegible] pour obtenir ces résultats.

Membrane du tympan. Ses qualités conductrices. Sa tension normale. — L'acoustique nous apprend que les membranes tendues possèdent une conductibilité [illegible] une sensibilité extrême telle que Regnault, dans ses expériences célèbres, constata encore leurs vibrations à une distance énorme du point [illegible] le [illegible].

C'est avec des membranes que Koenig a réalisé ses belles études des flammes manométriques. L'inspection du phonographe et de ses graphiques et surtout leur audition, montrent à quel degré de perfection cette sensibilité existe.

Or, à l'entrée de la caisse tympanique se dresse une membrane mince, tendue : c'est la première partie que rencontre l'onde qui se propage vers l'oreille.

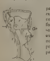


Fig. 48. — Laxage du tympan vu de [illegible]

[illegible]

Au fond du conduit auditif, dont la paroi est blanc rosé et cutanée, apparaît avec un bord large une surface concave, lisse, bleu gris de ton, offrant un reflet lumineux oblique ; son plan coupe le conduit en biseau, aux dépens de sa paroi postéro-supérieure : c'est le tympan que son aspect et sa direction différencient de la paroi cutanée environnante.

Le tympan a un centimètre de diamètre à peu près et une épaisseur par place de 1/20 de millimètre au plus.

La ligne blanche qui divise en deux segments la moitié supérieure est le manche du marteau, qui fait corps avec la membrane. Celle-ci est donc intimement unie à la chaîne des osselets qui conduit les vibrations à l'étrier et par là au nerf labyrinthique. L'extrémité du conduit forme le *cadre* dans lequel s'enchâsse le tympan (V. fig. 48).

La [illegible] de celui-ci est remarquable surtout au niveau du segment inférieur légèrement bombé en dehors. Son centre est déprimé par l'extrémité du manche du marteau. En haut, une saillie osseuse soulève le tympan : cette apophyse externe termine le manche à une certaine distance du cadre. L'étroite portion de la cloison placée entre le cadre et cette apophyse externe du marteau regarde en haut, moins lisse, elle est mobile en sens inverse de toute la membrane, se tend et se détend à l'opposé (membrane flaccide ou de Schrapnell). Le cercle formé par la membrane est tendu, translucide, poli,

… de forme conique, c'est la portion vibrante proprement dite. Cette disposition en cône rend possibles les mouvements … de tension et de détente par le jeu du manche du marteau, levier de la tension soit active soit passive en … libre.

Cette membrane est donc construite de telle sorte qu'elle a une tension normale et d'équilibre, mais susceptible de varier, … et a une mobilité assez étendue ; élasticité, tension, mobilité sont trois qualités de premier ordre … dans la … de la chaîne de transmission des sons. La possibilité de tendre le tympan … de modifier l'audition dans le … de l'organe. Nous verrons plus tard que le … au moyen de l'étrier est mis en rapport de tension … l'oreille et avec l'air atmosphérique. Il existe donc une tension générale des membranes auriculaires, … égale partout, et cette tension générale est commandée par la tension du tympan.

… nous disons que celle-ci est soumise aux … de la tension … intratympanique qui est liée à la perméabilité des trompes et à l'action du tenseur du … tympanique, c'est-à-dire du muscle du marteau … qui fait corps avec la membrane.

On conclut donc que à l'état sain tout accroissement de … pression … déplace le tympan vers l'intérieur de la caisse … comprimant le labyrinthe ; le tympan secondaire … est la soupape de sûreté en ce cas.

On compare avec raison l'appareil enregistreur du phonographe … à l'appareil de conduction tympanique … dire cependant que celui-ci est tout à … supérieur au premier. Néanmoins il faut avouer qu'au point de vue de la transmission des vibrations il y a peu de différence … la structure du tympan, sa forme et son mode de tension n'ont donc pas un rapport exclusif avec la conduction … et il y a lieu d'admettre que ces dispositions servent à … et comme elles sont associées à des mouvements, on doit penser que l'appareil est susceptible d'adaptation … l'accommodation comme l'œil, etc., jusqu'à un certain point.

C'est en effet ce que l'expérience démontre.

Nous savons que l'organe de l'ouïe jouit de la faculté de

transmettre et de percevoir les sons de tonalités les plus élevées, depuis 33 vibrations par seconde (sons graves) jusqu'à 38 000 vibrations (sons aigus), puis les associations, les combinaisons de ces sons les plus variés à l'infini.

Or, si le tympan subit une tension anormale suffisante, on remarque que les sons graves passent difficilement, tandis que les sons aigus persistent (Wollaston, Savart, Tyndall, Muller, etc.). C'est une curieuse démonstration; puis on rétablit l'équilibre et les sons graves reparaissent : on a la preuve.

Si l'on remplit le conduit auditif d'un liquide tiède, l'audition diminue aussitôt de ce côté, mais les sons transmis au contact du crâne sont toujours beaucoup plus intenses; bien plus, quand on place un diapason en vibration sur le vertex, le son est [illegible] par [illegible], comme nous avons vu que cela se produit quand on oblitère le méat avec la pulpe du doigt. De sorte que dans l'état ordinaire, les deux oreilles percevant le même son à la même distance, il ne se fait pas de latéralisation, ni à droite ni à gauche; le son est perçu médian, central.

Transmission solidienne. — De cette expérience il résulte que le conduit [illegible] et le tympan [illegible] extérieur [illegible] les sons [illegible] par [illegible] du crâne [illegible] de plus le son est latéralisé, parce que le conduit [illegible] les ondes sonores [illegible] plus intenses [illegible] le conduit, le tympan ayant [illegible] la présence du liquide [illegible] conductibilité. Tout paraît [illegible] que l'oreille est [illegible], mais le son [illegible] est plus [illegible] central.

Grâce à [illegible] membrane tympanique, les vibrations sonores solidiennes, celles du diapason appuyé sur le sommet de la tête par exemple, s'écoulent par le conduit auditif où l'otoscope du médecin les ausculte [illegible] constate [illegible] suivant la lésion.

Expérience. — Si le diapason est posé sur la partie latérale droite du front, près de la tempe, le son est naturellement perçu plus intense par l'oreille droite qui est plus proche, et par suite le sujet indique la latéralisation droite de la sensation sonore. Or, pendant que le diapason vibre encore, oblitérez l'oreille gauche légèrement du doigt, et aussitôt le son cesse d'être perçu à droite; il est senti à gauche et le déplacement est [illegible] par le patient [illegible] l'oblitération du [illegible]

[illegible]

Causes de ce renforcement du son. — Les [illegible]

[illegible]

le tube et mesurant la sensation est plus vive ; mais si je comprime le tube fortement sur une étendue suffisante, la pression est transmise au tympan et le son s'affaiblit. On peut à volonté accroître et éteindre le son par ce dispositif qui ne comporte qu'un tirer de frottement sonore pour les petites pressions surtout.

On doit lire aussi les explications de Lucae et celles d'Hinton conjointement.

Je conclus également de cette petite expérience que le tympan est susceptible de plusieurs degrés de tension, et qu'une faible tension, telle qui a lieu au moment de l'allocution auditive par exemple, accroît la sensibilité de l'organe, tandis qu'une pression plus énergique se traduit par une atténuation de la sensation. D'autres expériences confirment ces résultats. C'est tout la fonction d'accommodation qui se dessine ici avec un dispositif simple.

Cette action de faibles tensions est plus importante à considérer qu'on ne le fait jusqu'ici : elle est physiologique, c'est le jeu même de l'organe qu'on analyse ainsi.

EXPÉRIENCE. — L'expérience suivante la rend évidente et montre sa valeur.

J'introduis dans chaque oreille les extrémités d'un tube de caoutchouc de un centimètre, à parois un peu épaisses ; un diapason vibrant est posé sur le front à droite ; à ce moment je pince le tube auprès de l'oreille gauche, et je sens le son passer à gauche et le diapason sonner à gauche : la légère pression suffit à latéraliser le son de ce côté.

AUTRE EXPÉRIENCE. — Placez le tube à une seule oreille, la gauche ; le diapason sonnant comme précédemment à droite, du bout du doigt bouchez l'extrémité du tube, et le son devient gauche ; la pression est cependant bien réduite et le confinement n'est pas parfait, mais la résonance du tube vient s'ajouter et par là le maximum qui ainsi latéralisation même sans qu'il soit besoin de le boucher ; on ne peut négliger ce troisième facteur, le renforcement du son.

Le confinement sa résonnance propre puis ajoute son effet par le fait de l'occlusion et la condensation de l'air inclus également inévitable.

La tension même du tympan permet ces légères tensions sans déplacement en totalité ; sa forme générale en entonnoir et

les courbures arquées de sa moitié inférieure (surtout bien manifestes sur les moulages de Sappey, par exemple) assurent une grande flexibilité, une certaine mobilité indépendante de celle du manche du marteau, de dehors en dedans (Helmholtz). Celle-ci [illegible] conditions excellentes pour la conductibilité. Grâce à cette forme et aux rapports continus avec les osselets, la membrane, dont la tension est inégale, n'a pas de son propre et ne cause pas de résonance particulière.

On sait qu'il n'en est pas le cas pour le téléphone, autre plaque vibrante donnant une excellente conduction cependant.

En somme, une minceur de baudruche, une tension instable faible à l'état statique, une forme concave qui accroît sa surface, des courbures très arquées qui la rendent plus sensible aux vibrations de l'air, une régulation délicate de ses changements de tension, sont les qualités remarquables du tympan, qui assurent la propagation des sons à l'oreille interne; une entière soumission aux mouvements de la chaîne des osselets [illegible].

Ligaments tenseurs du tympan, ligament de Toynbee. — La tension moyenne du tympan et de l'appareil conducteur et aussi du milieu labyrinthique, est soutenue par un ligament lequel forme une bandelette tendineuse avec celui inséré sur le manche du marteau; il rejoint le sommet du cône que la membrane forme à l'intérieur de la caisse à quelques millimètres de distance, et se prolonge [illegible] millimètres. De plus les ligaments solides qui unissent le col du marteau au pôle supérieur du cadre tympanal soutiennent la membrane qui oscille avec le marteau ainsi suspendu (V. fig. 46).

La structure de la membrane du tympan est en effet un tissu fibreux, une lame de fibres tendineuses rayonnantes du manche du marteau au cadre; on pourrait dire qu'elle est la seule portion saillante d'un tendon membraneux, épanouissement du tendon du muscle tenseur, et la sa forme tendineuse lamellaire.

Elle a en outre des fibres circulaires élastiques internes qui assurent sa tension; elle a les membranes de revêtement externe puis en dedans la muqueuse de la caisse et en dehors de la peau du conduit; elle est extrêmement sensible et très résistante, et d'une vitalité remarquable (régénération rapide).

Sa tension, grâce à ces dispositions (concavité, attaches et présence du manche mobile, etc.), n'est pas la même dans toute son étendue à l'état statique. On peut rendre cela appréciable en touchant du bout d'un stylet fin les divers segments de la membrane : le segment inférieur, plus bombé, est aussi beaucoup plus dépressible, flexible. Une expérience rend également ces différences manifestes.

Expérience. — On sait que si l'on promène un diapason vibrant à la surface d'une membrane tendue (tambour), on observe en des points alternatifs des renforcements et des affaiblissements successifs du son : ce sont les nœuds et les ventres connus en physique. La membrane du tympan a également des nœuds et des ventres de vibrations.

En examinant à ce point de vue un tympan artificiel que j'ai formé sur de grandes proportions et se rapprochant autant que possible de la construction du tympan humain, j'ai constaté que le segment inférieur était susceptible de résonner plus longtemps sous l'influence des tons graves (ut_1), tandis que les parties supérieures, aux côtés du manche, restaient surtout sensibles aux tonalités aiguës ; mais quand la résonance cessait pour *ut* à ce niveau, elle persistait très nette dans le segment inférieur.

Expériences. — J'ai montré l'influence de la tension du tympan sur la conduction des sons par une série d'expériences au moyen de ce dispositif :

1° Soit une membrane de baudruche de 13 centimètres de diamètre tendue modérément dans un cadre résistant.

Un diapason (la_3 petit) est promené à 2 centimètres de la surface, d'un bord à l'autre d'un de ses grands diamètres, au moyen d'une tige d'acier coudée, dont la fine branche touche la membrane sur le tiers au moins du diamètre vertical, sans que l'angle atteigne le cadre où tend celle-ci, tandis que par l'autre branche, emmanchée dans un tube de caoutchouc dont l'autre bout s'adapte à l'oreille, on recueille le son du diapason mobile.

Ceci ainsi disposé, on constate que la série de nœuds et de ventres régulière a disparu ; il existe un seul ventre à égale distance du centre et du cadre ; puis le son faiblissant, on note, pour peu que l'on déprime la membrane, en pressant sur la tige coudée, que le son s'éteint absolument dans le seg

ment supérieur du côté de la tigelle qui imite le manche du marteau, et qu'il reste au contraire longtemps perceptible au niveau et au-dessous du centre de la membrane, là où la tension est moindre.

En variant les pressions, le retour et la diminution du son se succèdent à volonté.

2° Si le tympan artificiel est détendu, débarrassé de toute pression, l'ut_4 donne des harmoniques aigus très perceptibles dominants. Si je comprime légèrement ce qui tend légèrement la membrane, les harmoniques disparaissent et l'ut_4 sort doux et pur. Si je comprime plus fort, le son bas ut_4 peut être éteint.

L'effet de la charge sur la membrane se montre ici très lumineux.

Le tympan totalement détendu peut même causer un crépitement, un grésillement désagréables qui masquent plus ou moins le son et l'altèrent tant au moins à tel point que le son fondamental ut soit remplacé par ces bruits adventices, et fait disparaître ce grésillement et apparaître le ton pur en soumettant à nouveau la membrane à la tension graduée par le marteau improvisé.

3° Avec une tension moyenne, on constate que le diapason placé sur le segment inférieur, c'est-à-dire non soumis à la tension du côté de la tige coudée, s'entend bien plus fort que sur le segment du côté que sous-tend la tigelle.

4° De plus, si c'est un diapason ut, son bas, par la tension il cesse à peu près d'être perçu au niveau du segment supérieur, tandis qu'il l'est longtemps encore en face de l'autre, celui qui est libre de tout contact.

5° La durée de l'audition diffère très franchement aussi dans les deux parties : elle est manifestement plus courte en haut sur le segment qui est tendu par la tigelle (faux marteau).

6° Si le tympan est très tendu par la tigelle très déprimée, l'ut_4 se transmet mieux sur les côtés de la tigelle et moins sur le segment inférieur libre.

7° Le diapason ut_2 donne peu le son et celui-ci, si le tympan est très tendu, cesse aussitôt.

En somme il y a peu de différence au point de vue de la conduction des sons aériens suivant le segment frappé par le courant sonore, si le son est aigu ; et la tension agit

moins, mais cependant elle agit sur sa propagation.

Les sons graves sont mieux propagés par le segment libre de la membrane, même quand elle est très tendue. Le renforcement du son [illegible] de la disposition vibrant au niveau de ce segment inférieur de la membrane.

En chargeant la membrane ou la tendant même légèrement, les grésillements particuliers produits par le passage du son grave cessent partout d'avoir lieu.

8° En opérant avec l'ut, on voit le son s'étendre très également par la tension et [illegible] la sortie des harmoniques aigus ceux-ci apparaissent très fortement sonores.

On obtient des alternatives dans l'apparition successive des deux sons : le fondamental et les harmoniques aigus, en variant la tension. Ces phénomènes se produisent en pathologie auriculaire.

On voit que ces expériences confirment les notions établies par celles de Politzer, Lucæ, Mach, Buck, etc.

Mais je ne sache pas qu'aucun de ces auteurs ait appelé l'attention sur la [illegible] que [illegible] dans la conduction des deux moitiés supérieure et inférieure du tympan.

Il semble donc résulter de ces faits que la conductibilité de la membrane est légèrement différente au niveau de sa moitié supérieure bridée par le manche et dans la moitié inférieure plus libre relativement et plus flexible. Les sons graves seraient plus facilement transmis par cette partie inférieure souple et libre et les aigus trouveraient une conduction plus facile sur les côtés du manche, segments supérieurs plus rigides.

Nullement je ne prétends que toutes les parties ne reçoivent et vibrent sans exclusion aucune, mais certaines régions semblent disposées plus favorablement pour recevoir certaines vibrations de vitesses et d'amplitudes diverses.

La tension générale peut être obtenue dans un appareil au moyen d'une vis graduée ; il en résulte que les sons graves perdent de la force à mesure qu'elle croît (dans des proportions graduées) et que les aigus sont transmis avec plus d'énergie. C'est ce que Valsalva a depuis longtemps trouvé et que Savart, Müller ont si bien démontré en étudiant les propriétés des membranes tendues.

Politzer de Vienne a étudié les vibrations de la membrane

On assiste ainsi à la sortie d'une vraie gamme chromatique et le son d'origine n'a pas changé.

On remarque que si le son est très faible, le moindre contact de mon crayon Walter sans pression, appuyé sur le bord du cadre du téléphone, suffit pour éteindre le son grave et sourd : un son grêle le remplace faible, aigu, tout différent, à plus forte raison les pressions nuisent-elles alors à sa propagation à l'oreille. L'amplitude des vibrations n'étant plus possible, il ne passe que les vibrations plus courtes de période, et par suite les sons aigus seuls qui sont de plus en plus aigus à mesure que l'on comprime plus fort.

C'est à coup sûr le tableau de ce qui se produit sur le tympan qui subit des effets analogues sous l'influence des changements de tension et des obstacles (morbides) apportés à sa mobilité.

Le manche du marteau qui fait corps avec la membrane du tympan reçoit et conduit tous les ébranlements recueillis par elle.

Les lois de Müller ont établi cette conduction des membranes aux solides.

Le rôle du tympan intermédiaire à l'air et à l'osselet transmetteur est bien clair ici : c'est celui de toute membrane tendue. Le passage direct des vibrations de l'air aux solides exige des dispositions spéciales et il est presque nul ; on sait que c'est tout l'opposé pour leur transport des solides à l'air.

De plus, l'interposition de la cloison permet d'intervenir activement et d'agir par les variations de sa tension sur le degré de la sensation et crée la possibilité de l'accommodation de l'organe de l'ouïe.

Sensibilité du tympan. — Quand l'onde sonore frappe le tympan, elle agit mécaniquement sur le toucher et le passage du courant qui ébranle la cloison doit donner une sensation tactile laquelle s'associe avec la sensation sonore pour indiquer la direction du son.

Un autre élément de cette information est la sensation de l'acte musculaire, qui immédiatement se produit au contact de l'onde au moment où elle franchit le tympan. En effet, ainsi que nous allons le voir, le tenseur se contracte aussitôt et c'est une troisième sensation d'origine motrice qui s'ajoute à la tactile et à l'acoustique et complète la connaissance et l'assure.

[illegible] dans [illegible] que la sensation [illegible] latéral [illegible]

Cavité de l'oreille moyenne. Appareil de transmission tympanique. Tympan et chaîne des osselets. — Nous voici arrivés avec les ondes vibratoires à la chaîne des osselets et à l'appareil de transmission qui conduit celles-ci à la fenêtre labyrinthique.

L'instrument acoustique se complique derrière la membrane. La cavité tympanique [illegible] la paroi et [illegible] de l'oreille interne entre le tympan et celle-ci les relient une tige osseuse articulée, mobile, bras de levier de muscles actifs : c'est la caisse et son contenu. La chaîne des osselets est l'âme de cet instrument et [illegible] peut-être est-ce une comparaison peu acceptable. [illegible] rappelle que les deux points où l'âme en question est en contact avec les parois, la cloison et la fenêtre ovale, sont des points mobiles et tout à fait réellement mobiles.

La caisse otique n'est pas un appareil de renforcement ; elle n'est pas comparable à la caisse du violon par exemple ; son rôle est tout autre : elle est le [illegible] l'appareil de conduction.

[illegible] il y a longtemps la caisse [illegible] de l'oreille et je suis encore dans la même opinion.

Mais ce n'est pas celle de tout le monde, car il est les physiologistes qui admettent la conduction par la fenêtre ronde (deuxième fenêtre du labyrinthe, fermée par une membrane, nommée tympan secondaire) ; nous discuterons cela tout à l'heure.

Fig. 51. — Osselets de l'oreille.

[illegible]

La caisse tympanique est un *isoloir* et un *réservoir* d'air ; elle contient l'appareil de transmission et ses moteurs ; la fenêtre ronde fait partie de sa paroi interne ; d'importante, elle soustrait en effet le tympan secondaire au choc direct des ondes sonores.

Le marteau est rendu solidaire de l'enclume par le tympan, s'articule avec l'enclume et celle-ci avec l'étrier ; les jointures de ces osselets sont lâches et permettent une assez grande laxité en certains sens, celui de la détente surtout.

Par le fait de la tension, au contraire, les têtes des osselets se joignent et s'accolent complètement, de sorte que la tige conductrice segmentée, composée de segments mobiles, est rendue rigide. Ainsi utilisée, c'est l'action du tenseur. Alors les trois osselets font corps ensemble, c'est-à-dire que la transmission osseuse est parfaite ; cette mesure tout d'abord, c'est le geste de l'attention auditive, quand l'individu écoute et dresse l'oreille au bruit.

Il y a donc une audition passive et une audition active, mais la dernière est une source de repos pour l'organe.

Au point de vue de la conductibilité, le chaînon des osselets ne laisse rien à désirer. Politzer, Buck ont expérimentalement montré les vibrations de ces osselets conducteurs du son.

Ceux-ci, quand leur connexion est complète et transforme la ligne brisée en une tige rigide, transmettent les ondes sonores, comme on sait que les solides les conduisent avec rapidité et sans perte, si le solide n'est pas [illegible].

Une pointe transmet au loin le grattement d'une épingle ; et Tyndall, dans une expérience célèbre, fit entendre dans son amphithéâtre, à tout son auditoire, un morceau de musique joué sur le piano dans un sous-sol, à la distance de deux étages ; il lui suffit de coiffer d'une planchette de sapin l'extrémité de la perche de sapin saillante dans la salle, l'autre bout touchant la table d'harmonie du piano.

Les solides conduisent et les tiges solides transmettent sans déperdition et sans affaiblissement, à de grandes distances, tous les sons, parce qu'ils en limitent le rayonnement, les canalisent pour ainsi dire, et les dirigent aussi sûrement qu'un tube cylindrique plein d'air, tube acoustique.

A mon sens, telle est la fonction de la chaîne osseuse au point de vue auditif. Elle en a une autre, d'accommodation et de protection dont nous allons parler ensuite.

Expériences. — Tyndall a fait l'expérience suivante pour démontrer qu'une tige articulée transmet les mouvements vibratoires et les sons aussi bien qu'une tige droite rigide. L'expérience de la poutre [illegible] avec une épingle et qui conduit le son à son extrémité éloignée est bien connue [illegible].

L'expérience de Tyndall et Wollaston est classique aussi. [illegible]

[illegible]

Transmission par la chaîne des osselets : oscillation totale ou moléculaire ? L'une et l'autre. — Cependant comment expliquer le passage des ondes et des vibrations d'une amplitude relativement extrême par rapport à la petitesse des organes chargés de les propager ?

Il y a des amplitudes énormes et des ondes assez ordinaires [illegible] et souvent davantage de longueur.

Weber et Helmholtz pensent que la propagation ne se fait point molécule à molécule, le courant vibratoire moléculaire [illegible] n'est plus admissible ici : la chaîne osseuse est [illegible] au rapport de ces longueurs d'ondes. Ils admettent que le transport se fait par un seul mouvement [illegible] et que toute la chaîne oscille d'un seul bloc ; le mouvement moléculaire serait transformé en un déplacement [illegible].

[illegible] propagation moléculaire rappelle l'expérience classique des boules [illegible] suspendues par des fils, une d'elles

déplacée retombe sur les autres et la dernière seule se trouve écartée du groupe par la transmission de la force à travers les billes en contact. Je penserais plutôt à l'expérience de Savart sur les vibrations longitudinales si je voulais trouver une démonstration sensible. Savart, par la friction d'une tige solide, y déterminait des vibrations longitudinales assez vives parfois pour qu'une boule libre placée au contact de l'extrémité de la tige soit chassée par le choc des ondes.

Nous avons là une transformation de vibrations moléculaires en mouvement de translation, mais à une condition, c'est que la boule ne fasse pas corps avec la tige. Or nos osselets, pour mobiles qu'ils soient, ne sont pas comparables avec ce dispositif expérimental, et on admettra difficilement d'autre part un choc sur le nerf labyrinthique quand on saura qu'il ne peut supporter la plus petite pression en excès sans provoquer le vertige et la chute à terre : vertige labyrinthique.

Tout se passe plus simplement dans l'oreille et surtout dans des proportions fort réduites.

Puisque j'ai eu à citer cette expérience de physique de Savart, je dirais que ces déplacements qu'il a pu obtenir par les vibrations longitudinales dues aux frictions énergiques sur des tiges solides sont d'une petitesse extrême. Ainsi, bien qu'il ait agi sur des solides d'un mètre au moins de longueur, il n'a pu constater pour l'élongation que six dixièmes de millimètre. On peut donc admettre que pour la chaîne des osselets c'est une quantité insignifiante. Le courant vibratoire moléculaire la traverse donc sans la déformer, sans causer de heurts ni de chocs, mais il passe et va se propager à travers l'étrier dans le liquide intralabyrinthique.

C'est là la qualité particulière de la transmission par les solides : elle isole, canalise sans perte et sans secousses tout le fleuve sonore.

Il ne se produit jamais ainsi au niveau du tympan ni au niveau de l'oreille sensible du labyrinthe de changements brusques ou continus véritablement nuisibles par leur amplitude démesurée ou par leur grande intensité. L'action musculaire joue ici un rôle tutélaire : elle modère les amplitudes des ébranlements ; au reste celles-ci sont rendues déjà moins redoutables par le fait des articulations des osselets qui constituent

une chaîne brisée que les contractions musculaires raidissent et rendent élastique.

Weber, Helmholtz, Bonnier veulent que toute franchisse la chaîne des osselets comme un point [illegible] [illegible] de [illegible] et [illegible] en masse [illegible] [illegible] de cette [illegible] est un [illegible] [illegible] qui [illegible] l'étrier.

Ce mouvement en [illegible] vers le labyrinthe est surtout [illegible] [illegible] ou le sait sous l'influence [illegible] [illegible] [illegible] quand il se contracte pour la protection [illegible] [illegible] [illegible] du canal auditif.

La transmission par les solides [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] est un fait absolument [illegible] [illegible] la [illegible] de la *platine de l'étrier* dont l'analogie est [illegible] [illegible] des plaquettes de [illegible] dont Tyndall s'est servi [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] et qui [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] du [illegible] [illegible] au loin [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] de la platine de l'étrier [illegible] [illegible] [illegible] labyrinthique [illegible] la [illegible] conductrice [illegible] [illegible] [illegible] vibrations [illegible] [illegible] [illegible]

Mais [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] l'explication [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] celui du tympan.

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] mouvements de vibration [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (fig. [illegible]).

[illegible] [illegible]

[illegible] leur passage sur la platine de l'étrier [illegible] [illegible] la transmission est complète.

Rôle de la fenêtre ronde. — [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

grammes, sur laquelle nous avons si souvent insisté dans ce travail sur l'audition, ne nous donne-t-elle pas aussi la solution du problème toujours posé, toujours discuté, de l'audition par la fenêtre ronde ?

Je pense qu'elle nous éclaire sérieusement sur la connaissance du rôle dévolu à ce tympan secondaire, à ce point de vue important.

Au reste, tout ce qui agit sur l'étrier a un retentissement forcé sur la fenêtre ronde : tension et détente sont simultanées.

Les lois de Müller montrent que le [illegible] de l'onde sonore par une membrane annexée [illegible] par une colonne d'air interposée est très inférieure à celle d'un solide qui les unit toutes deux (ce qui est le cas ici) ; mais l'expérience parle plus haut encore.

Si, comme tout porte à le croire, le disque et le style du phonographe sont des organes analogues et équivalents au tympan et à la chaîne des osselets, est-ce forcer l'analogie que de comparer l'oreille labyrinthique au rouleau de cire de l'instrument parleur, et les lois de la fonction de transmission étant assurées complètement, visiblement, de [illegible], quelle sera celle de la membrane de la fenêtre ronde à l'égard de cette transmission ?

Comment admettre l'existence d'un second courant vibratoire traversant la caisse par l'air et pénétrant au labyrinthe par là ? Le premier est seul et à lui. Plus vite et plus intense, il effacerait le second, sinon c'est une cacophonie, Brooke, qui résulterait de l'association des deux systèmes. Les deux ondes sonores se heurtant dans l'oreille interne, ce qui est absurde.

Les arguments sont classiques ; je rappelle ceux-ci que je crois d'une logique sérieuse. La transmission par les solides de la chaîne du tympan, canalisant le courant sonore et le dirigeant à travers la cavité tympanique vers la fenêtre ovale, [illegible] vers un but précis. La chaîne [illegible] est une partie de l'appareil tenseur, protecteur, mais c'est justement parce qu'elle est conducteur des vibrations que son action d'arrêt ou d'atténuation existe : l'une se déduit de l'autre.

De plus, la platine de l'étrier apporte les vibrations au centre même du labyrinthe, au niveau du vestibule, au centre de l'oreille interne, où utricule et saccule se trouvent logés et où s'amorcent les diverses voies vers les canaux semi-circulaires et vers la rampe sensorielle du limaçon.

graphique des vibrations est admirable sur le roulium.

L'effort au labyrinthe eût été hors de proportion avec l'effet cherché et avec le travail à accomplir : un contact solidien solid amplement pour faire vibrer une masse liquide (lois de Müller, exp. de Tyndall, *loc. cit.*, *le Son*). La stylet est la branche de l'enclume à pointe mobile.

Je ne crois pas que l'opinion de Bernstein soit soutenable. L'appareil de transmission est un organe de concentration : il réduit la masse des ondes du dehors à un pinceau, si j'ose ainsi dire par analogie avec le pinceau lumineux, et qui trouve son entrée par la fenêtre ovale dont l'ouverture est à peine de 3 millimètres carrés.

Mouvements de l'étrier. Ses moteurs. Leurs limites. — Dans ses oscillations, l'étrier se meut dans la fenêtre ovale ; son déplacement ne dépasse pas 1/18 à 1/14 de millimètre d'après Helmholtz ; j'ai vu moi-même trouvé 1/10 de millimètre comme limite ; c'est un glissement horizontal de la platine enfin dirigé de dehors au dedans ; un mouvement de piston et non en relef comme l'ont dit Lucae, Politzer, etc.

Mais le tympan peut subir des ébranlements d'une amplitude supérieure sans que l'étrier le suive, grâce à l'articulation incudo-malléaire laquelle, résultant de l'emboîtement réciproque des deux têtes de l'enclume et du marteau, permet un écartement sensible du manche du marteau et de la branche stapédienne de l'enclume. Helmholtz s'est appesanti tout particulièrement sur les effets latéraux de ces dispositions articulaires qui isolent heureusement l'étrier du tympan dans les mouvements trop étendus de dedans en dehors de cette dernière membrane.

Axe de rotation des osselets. Oscillations tympaniques. — La chaîne de propagation des vibrations qui commence au tympan et finit à la platine ou base de l'étrier est donc mobile à ses deux extrémités et en son milieu flexible.

Quand une onde frappe vigoureusement le tympan, tout l'appareil oscille en dedans autour d'un axe de rotation et de suspension antéro-postérieur qui contribuent à former la branche horizontale de l'enclume en arrière et l'apophyse grêle du marteau en avant, les deux têtes articulées en formant le centre (fig. 48, 49).

Dans les mouvements généraux, les deux osselets associés

oscillent donc autour de cet axe simultanément, et à mesure que la membrane tympanique s'enfonce, l'étrier reçoit la poussée identique en dedans par l'action de l'onde qui passe ; puis l'équilibre se rétablit par l'élasticité des tissus.

Mais si, à l'inverse, une aspiration se produit attirant le tympan en dehors, ou si l'air pénétrant dans la caisse tympanique le refoule au contraire, arrivé à un certain degré, l'étrier cesse de suivre le déplacement imposé à la cloison ; et celle-ci se porte seule en dehors avec le manche du marteau, qui s'écarte alors de la branche stapédienne de l'enclume.

Si l'écartement s'exagère, les deux têtes des osselets se désemboîtent et l'étendue de ce déplacement du tympan en dehors peut atteindre jusqu'à 4 et 5 millimètres (Helmholtz, Gellé [*Méthode graphique*]) grâce à la laxité articulaire dans ce sens.

Tout mouvement en dedans a pour effet immédiat d'associer et de joindre les osselets en une seule tige coudée jusqu'à la platine de l'étrier ; c'est la direction du courant sonore. Mais c'est surtout sur des préparations fraîches que les mouvements s'observent dans toute leur étendue, soit dans leur ensemble (oscillation en dedans, oscillation totale), soit dans leur limitation, si le tympan est isolément refoulé vers le dehors. Si l'on a eu soin d'ouvrir un des canaux semi-circulaires (le majeur) et d'y faire couler un peu d'eau, on voit la surface mouvante agitée d'oscillations concomitantes de celles du tympan et de même sens, ainsi que Toynbee l'a dit le premier.

Tout le mécanisme relatif à la conduction des sons au labyrinthe et l'effet de l'action motrice appliquée aux leviers que représentent les osselets de l'ouïe se montrent ainsi réalisés et démontrés visibles et appréciables.

D'autre part, par la même contraction qui tend le tympan, refoule l'étrier et clôture la fenêtre ovale, et en même temps, synergiquement, la fenêtre ronde, deuxième entrée du labyrinthe, se trouve fermée et le labyrinthe par ce seul fait instantanément fermé.

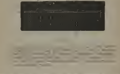
La même appareil sert donc à la transmission des vibrations et à les arrêter au passage ; la protection est dans les mêmes moyens que l'adaptation fonctionnelle de l'organe.

Mouvements du tympan démontrés et analysés par la mé-

thode graphique, puis par l'endotoscope. — On peut observer les déplacements du tympan à l'inspection au moyen du speculum auris : on l'examine plus sûrement au moyen du speculum de Siegle, à l'aide d'un bon éclairage.

Cet instrument a son pavillon fermé par une glace ; de plus, un ajutage auquel s'adapte un tube de caoutchouc permet d'aspirer ou d'insuffler l'air dans la cavité close qui résulte de l'introduction hermétique du speculum dans le conduit de l'oreille examinée.

La cloison tympanique saine obéit très bien aux aspirations faites alors par le tube avec la bouche : elle se porte en



[illegible]

Les mouvements de déglutition et la [illegible] d'air [illegible]

tympanique se manifestent par des oscillations très caractéristiques du niveau. L'ascension est très variable et différente dans les cas pathologiques.

La moyenne de l'ascension du liquide de l'otomanomètre, quand l'on réussit l'insufflation d'air dans la caisse de l'oreille moyenne, est de 1 centimètre à 1 centimètre 1/2 environ, ce qui, vu l'amplification, répond à un déplacement de 3 millimètres, 4 au plus de la surface de la membrane.

Dès que le sujet déglutit ensuite un peu de salive, le niveau s'abaisse brusquement comme il s'était élevé, par le retour élastique à la position d'équilibre. (Gellé, 1868, *Acad. méd.* et *Soc. Biologie.*)

Les oscillations que cause l'acte de la déglutition simple sont très faibles et réduites à une petite secousse du liquide. On augmente le déplacement du niveau si on a d'abord porté le tympan en dehors par une insufflation d'air opérée par les voies nasales, en pinçant le nez, avant d'avaler ; l'effet est grossi.

J'ai poussé plus loin cette investigation, et j'ai tenté de noter ces mouvements par la *méthode graphique* qui en montre bien le sens et l'étendue, ainsi que la puissance des actes qui les produisent (aspiration, insufflation, déglutition, Valsalva, épreuve déglutition, etc.).

On peut voir par la figure ci-jointe les mouvements amplifiés par un levier, inscrits par les procédés de Marey. La grandeur relative des déplacements du tympan possibles en dehors se montre bien ; les effets de la déglutition sont très faibles, mais ils deviennent très apparents quand on a eu soin de ballonner le tympan en dehors par avance au moyen d'une insufflation d'air dans la caisse par la trompe d'Eustache (V. fig. 50).

Ces résultats concordent avec ce que la vue [illegible] a fait constater et aussi avec les [illegible] depuis les expériences manométriques à peu près identiques de Politzer de Vienne (1) dont le dispositif plus simple ne comporte ni amplification ni mensuration.

(1) Politzer se sert d'un petit tube manomètre [illegible] forme coudée contenant un index d'alcool coloré. (*Traité d'otologie*, trad. fr.)

Moteurs de la chaîne des osselets. — La tension et la détente sont actives : deux muscles, celui du marteau pour la première, celui de l'étrier pour la seconde, en sont les agents.

Le muscle tenseur tympanique, si volumineux chez les canidés et les félins, etc., est plus grêle, plus mince chez l'homme. Logé à l'étage supérieur de la paroi interne de la cavité tympanique, il offre un tendon volumineux qui se réfléchit au niveau du bec de cuiller et se porte directement en dehors et s'insère sur le manche du marteau à travers la caisse.

Son insertion est perpendiculaire à peu près à l'osselet qui sous-tend la membrane du tympan. Son action est donc énergique malgré le petit volume du muscle.

Le tenseur est bien nommé : son action est d'attirer vivement le tympan vers l'intérieur, déplacement dont nous venons de montrer les effets sur le reste de la chaîne et sur le labyrinthe (Wollaston, J. Müller, Savart).

L'intensité de la contraction est variable, ce qui explique les différences dans les effets sur l'audition.

La section de ce tendon amène une détente immédiate de la membrane qui a perdu alors une partie de son ressort élastique.

L'étendue du déplacement en dedans causé par l'action du tenseur est limitée par celui de l'étrier, c'est-à-dire qu'elle ne peut dépasser 1/18 de millimètre à [illegible] de millimètre.

Que peut-on attendre d'un semblable effort et sous quelles influences a-t-il lieu ?

Tout d'abord l'effet doit être instantané, puisqu'il résulte de la contraction d'un muscle de la vie animale, et s'il peut se répéter, il est peu probable qu'il soit durable et continu par la même raison : spasme et contracture à part.

L'expérience de Secchi de Bologne a mis au point pour nous l'action du [illegible].

Expérience de Secchi. — En voici le dispositif intéressant tel que je l'ai vu exécuter par son auteur au dernier Congrès de Florence (*Otologie*, 1895), etc.

Sur un chien de forte taille immobilisé, il met à nu la bulle de l'oreille droite, il l'ouvre de façon à y introduire et à fixer à la paroi un tube manométrique [illegible] très fin qui contient une goutte de liquide coloré oscillant. Le jour tombe directement sur le muscle [illegible] qui grâce à [illegible] va

montrer toutes les variations de la tension de l'air intérieur de la bulle.

Tout ainsi disposé, les yeux des assistants fixés sur le tube en U voient la goutte colorée s'élever en dehors vivement chaque fois qu'on faisait un bruit fort (claquement de mains, aboiement de chien surtout); or ce déplacement de l'index coloré était dû à la contraction du tenseur sous l'influence de l'excitation acoustique.

La démonstration fut complète; je passe sous silence plusieurs observations intéressantes que cette opération permet de faire, me limitant à ce qui est en question ici. (*C. R. Laryng. Otol.*, Congrès de Florence, 1895.)

La contraction du tenseur rétracte le tympan et comprime l'air inclus vivement, et le manomètre l'indique par son index qui s'élève dans le tube.

L'action est instantanée; c'est un réflexe de la sensation auditive surtout (Exp. de Hensen, 1878), visible s'il est né d'un bruit nouveau ou d'un son déjà connu significatif appelant l'attention (un aboiement par exemple). C'est aussi l'opinion de Pollack (1886); le réflexe cesse, le limaçon détruit.

L'augmentation de la tension du tympan est brusque, immédiate et brève; ce dispositif relativement simple la rend sensible aux regards.

L'action existe; elle est appréciable malgré la petitesse du muscle tenseur.

Quant à l'effet obtenu par une aussi faible secousse, une si petite modification de la membrane, l'expérience suivante le rend manifeste et le démontre très sérieux et non négligeable.

Expérience. — Faisons passer un courant sonore, celui du trembleur d'un [illegible] par un téléphone qui [illegible] puis le son écouté, plaçons au contact du disque l'extrémité fine d'une tigelle de bois analogue à un [illegible] Weber; celle-ci est posée en équilibre de telle sorte qu'il n'y a aucune pression sur le disque, mais un simple attouchement; immédiatement le son du téléphone bas et grondant s'éteint au point d'être indistinct; on enlève le contact si léger et toute la force du son reparaît: c'est le son fondamental de la plaque. Dès que la tigelle touche le centre du disque, le [illegible] disparaît de nouveau et un son moins grave, grêle et aigu le remplace.

Nous avons montré quelles *pressions* exercées sur le disque du téléphone peuvent ainsi donner naissance à une gamme véritable de sons chromatiques. — Mais ce sont des pressions graduellement plus intenses qui donnent lieu à ces phénomènes. — Nous ne parlons actuellement que de simple contact or aussitôt que le contact a lieu le son s'atténue si fortement qu'il paraît disparaître, s'il est faible, immédiatement.

Le son qui passe alors est extrêmement réduit d'intensité et totalement changé de tonalité et de timbre : c'est un son grêle, aigre, aigu, surtout très affaibli et devenu méconnaissable (sons partiels).

Il suffit d'un simple attouchement de la membrane vibrante pour modifier aussi profondément sa conductibilité.

Je répète qu'il ne s'agit pas ici de tension, mais purement d'un contact qui brusquement donne cette atténuation rapide.

C'est donc un acte que le petit muscle tenseur tympanique est fort capable d'opérer d'une façon intermittente, rapide, comme tout muscle agit.

Cet effet est admis par tous les physiologistes (Savart, J. Muller, Wollaston).

Ils reconnaissent que la contraction du muscle interne du marteau remplit le rôle de tendre la cloison et d'abaisser l'intensité du son.

Comme conséquence logique de l'effet rapide et passager de cette contraction à l'état physiologique, est-on autorisé à refuser au tenseur le rôle d'accommoder, d'adapter le tympan suivant la hauteur des sons ?

On ne peut croire en effet à cette action continue suffisamment soutenue.

Examinons de près cette petite question.

L'expérience du trille de 10 notes de Helmholtz montre que au-dessus de 1/10e de seconde l'impression sonore est indistincte ; pour que deux sons qui se succèdent soient discernés, la discontinuité sentie, il faut au moins 1/10e de seconde d'intervalle entre eux. Le muscle tenseur se contracte-t-il pour chaque son qui frappe l'oreille ? La contraction musculaire, la secousse simple a, on le sait, une durée connue égale à 0s,05 (cinq centièmes de seconde) ; l'élément psychique auquel obéit sa contraction n'a pas une durée moindre ; cela donne exac-

tement 1/10 de seconde pour le temps nécessaire à ces deux actes moteur et psychique.

Pourtant il est admissible que le tenseur opère une contraction à chaque son qui se présente, surtout si l'on sait que l'effet produit sur la conduction de la membrane tympanique exige peu d'effort et réalise une atténuation remarquable malgré cela ; sans doute les sons attendus, connus ne causent qu'une faible excitation motrice (Wundt).

La confusion qui a lieu pour les sons graves dans le rôle de Helmholtz, tient sans doute à la force plus grande de la détente de la cloison après la contraction ; les sons bas exigent, en effet, une plus grande amplitude des déplacements de l'appareil.

Au point de vue de l'accommodation à la hauteur des sons, le simple bon sens interdit d'admettre un travail musculaire pareil ; les sons non seulement sont divers, rapides, opposés, mais complexes, simultanés, etc. ; ce serait demander l'impossible à une contraction musculaire nécessairement brusque, passagère et que le volume du muscle ne permettait pas de croire durable et continue, et moins autant que l'immense cortège des vibrations le peut exiger ; mais on ne saurait nier l'action inhibitrice du tenseur contre l'excès d'intensité.

Notre expérience fait toucher du doigt, ou mieux entendre l'effet net de l'action du tenseur : il affaiblit aussitôt les sons, il les modifie, il abaisse l'énergie de ceux qui sont amples et graves, mais il s'oppose moins à la pénétration des sons aigus.

Duverney, Valsalva ont émis cette opinion aujourd'hui classique et que les expériences de Politzer, de Lucæ, de Mach, Pilker et celles de Buck (de New York) ont établie définitivement : le rôle modérateur protecteur du tenseur du tympan est démontré.

Nous devons dire cependant que Helmholtz lui attribue une autre manière d'agir.

L'appareil de transmission mis en activité transformerait suivant lui le mouvement de grande amplitude et de faible énergie, apporté par le tympan, en un mouvement d'amplitude faible et d'énergie plus grande nécessaire à la propagation sur la chaîne et dans le labyrinthe.

J. Muller[1] a montré bien dans les lignes suivantes quelle influence obéit le tenseur dans sa contraction physiologique; il dit : « Si l'on admet qu'à l'occasion d'un son très intense le muscle du tympan entre en action par l'effet d'un mouvement reflexe, de même que font l'iris et le muscle orbiculaire des paupières lors d'une impression de lumière très vive, attendu que l'irritation est transmise par les nerfs sensoriels au cerveau et de celui-ci aux nerfs moteurs, il devient évident que quand un bruit intense frappe l'oreille, le muscle du tympan peut assourdir l'ouïe par son mouvement reflexe. »

C'est aussi l'avis de Beaunis et de M. Duval. Le Pr M. Duval compare le tenseur aux fibres circulaires de l'iris et le stapédius à ses fibres radiées au point de vue de leur rôle. Une expérience de mes cours (Précis pratique, 1876-81) rend bien sensible l'action de la tension d'une membrane sur la propagation des sons (V. fig. 51).

P ET I B

FIG. 51.

[illegible]

EXPÉRIENCE. — Un tube de caoutchouc est hermétiquement adapté à l'oreille de l'observateur ; à son extrémité libre une baudruche ferme la lumière du tube rigide en ce point, puis un tube est ajouté à la suite, lequel aboutit à une poire de caoutchouc.

1° Si cela établi, on pose le talon du diapason sur le tube en dehors du point où se trouve la baudruche, le son passe mais si la moindre pression est exercée sur la poire, l'air tend la baudruche et le son cesse de passer à l'oreille de l'observateur ou est fortement atténué s'il est énergique.

2° Posons maintenant le talon du diapason en dedans de la cloison de la baudruche entre elle et l'oreille, si l'on presse la poire à ce moment on constate aussitôt que le son du diapason devient plus intense. La baudruche tendue [illegible]

1. Traité de phys., t. II.

lement, arrête le courant sonore à sa sortie et cause un renforcement que l'oreille perçoit.

3° Cela acquis, enlevez la cloison de baudruche ; dès lors la pression de la poire à air s'exercera directement sur le tympan de l'observateur ; posez le diapason vibrant sur le tube, à quelque distance de l'oreille, et si vous pressez sur la poire, le son sera fortement affaibli à chaque coup.

C'est le tympan de l'opérateur cette fois, qui, surtendu, ne livre que difficilement passage au courant sonore vers le nerf auditif.

On voit que c'est la condition analogue de l'expérience n° 1 de tout à l'heure.

La tension du tympan, quand elle s'augmente, s'oppose donc à la transmission : elle atténue le son aérien, abaisse son intensité.

Les preuves surabondent ; mais valent mieux que des assertions.

4° Nous avons déjà parlé de la propagation des sons par les solides de la tête, par les os du crâne, et montré qu'un diapason qui vibre posé sur le vertex est perçu pendant un assez long espace de temps, et que si l'on bouche l'oreille, comme nous l'avons dit, le son s'accroît de ce côté. Lucæ.

EXPÉRIENCE. — Mais maintenant nous allons comprimer l'oreille même, c'est-à-dire comprimer le tympan, tandis que le diapason vibrera sur le sommet de la tête : nous réalisons ainsi ce que nous avons fait en tendant la baudruche il y a un instant dans l'expérience n° 2. Vous vous rappelez que la pression tendant la cloison de baudruche, alors que le diapason était posé sur le tube en dedans de celle-ci, le son présentait un accroissement de sonorité aussitôt.

Dans la nouvelle expérience, la pression agit du dehors sur le tympan et le diapason sonne au vertex ; on pourrait s'attendre à observer un accroissement analogue du son, puisque les conditions semblent identiques dans ces deux expériences : or il n'en est rien.

C'est que l'oreille offre un appareil ajouté, annexé au tympan : la chaîne des osselets qui comprend l'étrier ; et à chaque pression sur le tympan, l'étrier est également refoulé : il clôture le labyrinthe et tend la fenêtre ronde en même temps, par suite, au lieu d'augmenter comme tout à l'heure avec la

baudruche, le son du diapason-vertex s'atténue et même il peut disparaître s'il est peu intense.

C'est le jeu de l'appareil tympanique pris sur le vif.

L'action de ces pressions centripètes est très significative en otologie.

EXPÉRIENCE. — L'épreuve de Valsalva, qui consiste à faire l'effort de souffler par le nez qu'on tient fermé en le pinçant entre les doigts, a pour effet de tendre la membrane du tympan anormalement, surtension et de nuire à la conductibilité lors physiques ; or si l'épreuve a réussi, le sujet ressent un affaiblissement de l'ouïe de ce côté où l'air intertympanique a été comprimé et par lui le tympan surtendu et en même temps on peut observer que l'audition du diapason posé sur le crâne a diminué aussi.

La ventilation forcée de la caisse tympanique a un double effet, ainsi que je l'ai depuis longtemps démontré expérimentalement : elle tend la fenêtre ovale et simultanément la fenêtre ronde ; en même temps elle excite le nerf de la corde du tympan (?).

Le tenseur tympanique peut chez de rares personnes se contracter spontanément par un acte volontaire (Wollaston, J. Müller, Bernd, Luschka, Bonnier, M. Duval).

Certaines affections catarrhales de l'arrière-gorge causent parfois ces spasmes nerveux ; ailleurs, ceux-ci s'associent à des tics. L'odontalgie, la migraine, l'otite externe les provoquent (Gellé).

EXPÉRIENCE. — J'ai rendu sensible la contraction du tenseur par le dispositif suivant ou *épreuve des réflexes binauriculaires* : un diapason ut_3 petit est adapté par son talon à l'extrémité d'un tube de caoutchouc de 1m,40 ; l'autre extrémité est introduite dans l'oreille droite ; dans la gauche s'insère hermétiquement l'embout d'un tube de caoutchouc aboutissant à la poire à air (V. fig. 52).

Dans le silence de la nuit, on fait tinter très finement le petit diapason en le tenant à distance du bout des doigts, or le son bien entendu droit et faible est à chaque fois atténué et éteint par les pressions douces mais brusques exercées sur la poire qui refoulent le tympan gauche.

Cette expérience montre l'action d'une oreille sur l'autre ; la pression agit sur le tympan et sur l'appareil conducteur, puis par l'étrier sur le labyrinthe ; d'où le réflexe d'accom-

modulation et de défense est transmis à l'organe opposé ; celui-ci contracte son tenseur et l'audition [illegible] est abaissée par suite de son côté.

Sans doute la sensibilité générale joue son rôle dans la pro-

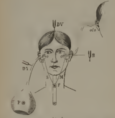


Fig. 35.

[illegible]

vocation du réflexe. Cependant il existe même chez les hémianesthésiques hémi-sourdes, mais elles ont gardé l'intégrité des mouvements et du sentiment musculaire.

Cette excitation réflexe, par parenthèse, autorise à admettre une sensibilité d'un ordre particulier, tactile, au sens vestibulaire, la cochléaire (sensoriel) n'étant plus en cause. Il faut se rappeler à ce propos que les réflexes innés (Flechsig) de dé-

fausse nous-ent aussi d'excitations de la sensibilité générale de l'organisme.

Autre expérience. — L'étalon du diapason est fixé dans l'extrémité d'un tube de caoutchouc dont l'autre bout est introduit dans l'oreille. On constate qu'à chaque fois que l'on contracte les mâchoires avec force le son du diapason s'affaiblit brusquement ; on produit cela à volonté (la déglutition, le nez pincé de Valsalva opèrent le même changement, mais par action directe sur la tension tympanique).

Le phénomène est dû à ce que le tenseur se contracte en même temps que les muscles masticateurs, le même nerf moteur leur étant distribué et les animant tous. L'excitation rayonne sur tout le groupe à la fois (Fick, Politzer).

Il trouve dans cette petite expérience un signe sérieux des parésies et paralysies du tenseur, la semiologie en ce relative en a fait partie (Gellé).

La contraction spasmodique du tenseur s'accompagne d'une petite sensation de choc dans l'oreille et d'un bruit léger de claquement qui peut devenir par sa répétition un tourment pour certains sujets excitables (Bruit de Laudet).

Elle est plus souvent produite par une action réflexe née de la sensibilité générale ou de l'acoustique (catarrhes) (Politzer, Gellé n'ont point vu le tympan secoué par cette contraction qu'il est facile de confondre avec celle du releveur du voile qui agit de même ; M. Duval l'a vus).

Quand, sous une action quelconque (déglutition, insufflation, etc.), la membrane du tympan a été déplacée hors de la position d'équilibre de tension moyenne normale, elle y revient aussitôt par le fait de l'élasticité de son tissu et par celle de ses ligaments et de ses muscles.

Les ligaments sont mis en tension anormale et réagissent ; celui de Toynbee, qui sert de gaine au tendon du tenseur, agit par traction en dedans et ramène la cloison dans ce sens.

Les ligaments du marteau décrits si bien par Helmholtz, ceux des jointures et de l'enclume, puis les muscles tenseurs et ceux de l'étrier ainsi excités aident aussi au retour de l'état statique ordinaire.

Dans les mouvements du tympan qui le portent en dedans (tension extrême, refoulement, aspiration du côté de la caisse, etc.), c'est l'élasticité et la résistance du tissu même

de la cloison qui réagissent, et il faut dire que cette élasticité est sollicitée par chaque mouvement de déglutition : le poids des deux têtes du marteau et de l'enclume articulées et penchées en dedans de l'axe de rotation aide à ce retour.

Or les mouvements de déglutition se répètent à chaque instant : c'est ainsi que la cavité tympanique est aérée ; le rôle de l'élasticité du tympan est de haute importance à ce point de vue.

Théories diverses de l'innervation des muscles tympaniques. Nerf tympano moteur de Longet. — Quand l'appareil de transmission tympanique est vivement actionné par les sons qui frappent l'oreille, le point de départ du réflexe d'accommodation et de défense est le labyrinthe même qui subit l'ébranlement vibratoire ; les nerfs cochléaires et vestibulaires ampullaires transmettent cette impression aux centres respectifs et de là l'excitation se réfléchit sur les moteurs de la chaîne.

Les opinions diffèrent sur les voies suivies par le réflexe.

Les algies du conduit et des deux espaces [illegible] animées par la cinquième paire le font naître [illegible]. Dans l'audition, les uns veulent que ce soit par le nerf de Wrisberg (moteur tympanique de Longet) que le circuit se complète. Celui-ci se jette dans le ganglion géniculé, ou le facial donne le rameau du stapédius, un peu plus loin, dans le canal de Fallope. D'autre part, le petit pétreux va au ganglion otique qui donne au tenseur un rameau moteur ; ainsi les deux muscles associés fonctionnellement le seraient aussi par leurs origines motrices ; ce serait le cas dans les contractions synergiques des deux muscles. Longet.

Une autre opinion admet le passage du réflexe par le facial pour le stapédius et par le ganglion otique et indirectement par le masticateur pour le tenseur (Luschka). C'est sans doute l'explication des contractions synergiques du premier avec les peauciers de la face (Lucae) et du second avec les masticateurs ; audition altérée par la mastication (Lick..., Gellé) et par la paralysie faciale.

L'expérience de Politzer montre l'action du trijumeau sur la contraction du muscle interne du marteau, ou tenseur du tympan ; elle est classique.

Par les excitations galvaniques locales sur le trijumeau

dans le crâne, il est parvenu à faire contracter le muscle interne du marteau, et à l'aide de son « tympanographe » il a pu rendre visibles ces contractions par leur action sur la membrane du tympan.

D'autre part, Fick a montré que toute contraction un peu énergique des masticateurs s'accompagne d'une contraction du muscle interne du marteau, ce qui tendrait à prouver que leur innervation motrice serait la même et liée à la racine motrice du trijumeau ; c'est l'avis du Pr M. Duval.

Il y a un instant, nous avons montré, avec le tube otoscope auquel on suspend un diapason, quel est l'effet de ces contractions des mâchoires sur l'audition.

Politzer a vu sur ses tracés graphiques [illegible] des mouvements s'aplatir, et il a constaté à l'oreille [illegible] diminution de la sensation sonore sous l'influence de [illegible] des contractions.

D'après ces diverses [illegible] expériences, on conclut qu'on peut voir que le muscle interne est chargé d'accommoder la tension du tympan pour la propagation des sons de hauteurs diverses.

La plupart des physiologistes ne pensent pas ainsi ; nous l'avons dit du reste, qu'il soit possible d'admettre les variations aussi rapides et aussi complexes de tension pour suivre la multiplicité des sons qui se succèdent dans un air de musique, par exemple.

B[illegible] dit que, sans aller aussi loin [illegible], que le muscle est susceptible d'entrer en activité [illegible] démontre ; cela se produit lorsqu'un son nous frappe l'oreille avec attention, ainsi qu'il résulte des expériences produites de Secchi ; le muscle [illegible] serait général.

Une faible contraction du muscle, une faible tension moyenne est bonne pour l'audition ; une contraction trop énergique arrête les ondes sonores [illegible] lorsque l'intensité [illegible] la défense.

Muscle stapedius ou de l'étrier : détente de l'appareil ; mécanisme de celle-ci ; antagonisme et synergie. — Une faible tension du tympan et de l'appareil des osselets accompagne la faible attention ; une forte tension affaiblit au contraire la propagation des sons en appliquant la base de l'étrier

dans la fenêtre ovale et tendant la fenêtre ronde aussitôt.

Cette action du tenseur n'a son contre-partie que dans l'action opposée du muscle de l'étrier.

Celui-ci s'insère au col et à la tête de l'osselet articulée avec l'enclume et l'attire en arrière surtout; son tendon réfléchi comme celui du muscle du marteau agit dans un plan assuré et avec une direction fixe; il limite les ébranlements de la platine et les arrête; c'est là une action très importante et protectrice de l'oreille interne.

La contraction du stapedius attire en arrière avec la tête de l'étrier la branche descendante de l'enclume articulée avec elle.

Or l'enclume est fixée en ce sens à la paroi postérieure de la caisse et ne peut que basculer en avant par un effet de levier intéressant au mouvement de sonnette (Sappey); sa tête fixée à celle du marteau simultanément entraîne en bascule cette dernière et le marteau oscillant autour de l'axe de rotation commun des osselets, son manche est porté en dehors.

Cette action est la contre-partie de celle de la tension; c'est l'effort pour la détente.

Sur le cadavre on fait exécuter facilement ces mouvements complexes aux petits osselets et à la chaîne par une traction du tendon du stapedius ou plus facilement en portant l'extrémité de la branche stapédienne de l'enclume en arrière.

Considérés isolément les deux muscles tympaniques sont donc antagonistes. Il est certain cependant que dans l'audition active ils entrent synergiquement en jeu. L'appareil est tendu mais non fermé puisque l'étrier est maintenu par le stapedius et l'effort du tenseur contre-balancé par celui de la détente générale. En [illegible] l'élasticité générale de l'organe par l'effet de l'antagonisme des deux moteurs est accrue.

Mais si par une cause pathologique quelconque du nerf facial atrophie du stapedius, etc., le tenseur reste sans antagoniste, l'étrier est [illegible], l'ouïe est abaissée par la tension sans limite du tympan et s'accroît par ceci même (?) les accidents pathologiques. L'étrier à son tour est immobilisé et refoulé dans la fenêtre ovale; le liquide labyrinthique est alors comprimé et l'oreille interne par la fenêtre ronde surtendue à son tour (surdité, bourdonnements, vertiges).

Nous avons dit que le tenseur est innervé par le nerf [illegible]

culeur le stapédius reçoit son activité du facial comme les muscles orbiculaires des paupières. Quelques physiologistes, Longet, Bonnier, pensent que le nerf de Wrisberg est l'agent de ces mouvements réflexes.

En somme le stapédius est un protecteur, et son action évite les secousses et la compression du nerf labyrinthique ; son rôle est tutélaire.

Le Pr M. Duval professe que l'oreille posséderait [illegible] comme l'œil des parties chargées de l'accommodation pour les sons [illegible] aigus.

Avec la plupart des auteurs, il faut reconnaître que l'effet est surtout dirigé dans le but de protéger l'organe, mais [illegible] la fonction en contre-balançant l'activité du muscle tenseur ; l'ensemble agit comme l'iris qui limite et gradue l'entrée des excitations lumineuses. Toynbee dit expressément que le stapédius ouvre la voie que le tenseur ferme ; le muscle antagoniste du marteau (*loc. cit.*).

La suppression de l'action de l'un des deux [illegible] l'effet de l'autre est le frein annulé.

En résumé, ce petit muscle stapédius est utile par l'attache que son tendon réfléchi et fixe oppose à certains déplacements de la chaîne vers l'oreille interne et par son antagonisme évidemment nécessaire avec le tenseur.

Transformation de la chaîne osseuse articulée en une tige élastique. — Les actions réunies des deux muscles tympaniques transforment la tige osseuse articulée, qui forme la chaîne, en une tige rigide et élastique.

Je ne vois pas qu'on ait mentionné nulle part avant moi (voir *Traité d'otologie*) le bon côté de cette transformation élastique et l'effet de cette contraction synergique des deux muscles tympaniques qui fait de la chaîne mobile articulée une seule pièce tendue qui n'est plus susceptible d'être disloquée par le passage du courant vibratoire et de trois parties n'en fait qu'une momentanément.

Mais cette union a pour effet d'ajouter un élément important pour la transmission des mouvements : l'élasticité. C'est l'absence d'à-coups, c'est la douceur, c'est la souplesse qui [illegible] alors dans cette mécanique aux leviers [illegible] qui sont réunis en un ressort élastique.

Une petite expérience [illegible] cette propriété en évidence [illegible]

[illegible] voiture rou[illegible] [illegible] brusquement [illegible] [illegible] entre [illegible] la pointe des [illegible] [illegible] plus de [illegible] secousses et n'arrivent plus à la tête.

Bras de levier de la tension, bras de levier de la détente de l'appareil de protection otique. — Quelques mots d'anatomie feront comprendre le jeu des osselets et les mouvements [illegible] par les muscles tympaniques agissant sur ces leviers.

Chez l'homme adulte, comme chez le nouveau-né, sur une [illegible] la membrane du tympan placée sous les yeux, on voit aussitôt le trait rosé, à peu près vertical et [illegible] du manche du marteau, étendu de la saillie supé[illegible] l'apophyse externe, auprès du pôle supérieur du [illegible] tympan [illegible] au sommet du [illegible]. L'extrémité [illegible] spatulée du manche du marteau forme le [illegible] point le plus creux de la [illegible] avec. C'est [illegible] on voit du côté du conduit auditif.

[illegible] du tympan est de 8 millimètres [illegible] de la cavité est de 12 [illegible].

[illegible] levier est bien plus long [illegible] son extrémité centrale [illegible] chez les carnassiers (chien) par exemple [illegible] lièvre. En général il est plus long chez [illegible] l'homme.

[illegible] la chauve[illegible] l'extrémité [illegible] du manche est [illegible] seulement [illegible] la [illegible].

[illegible] seulement [illegible] millimètres [illegible] le tympan est très [illegible] développé, cette [illegible] de 3 millimètres [illegible] le diamètre tym[illegible] millimètres, le manche du marteau a une [illegible] millimètres.

Chez le mulet, le manche a 7 millimètres et demi et le tympan avait 10 millimètres et demi de diamètre.

Chez le chien, ainsi que nous l'avons dit, avec un tympan de 10 à 11 millimètres on trouve un manche du marteau de 8 à 8 millimètres et demi.

Chez le cheval, la distance de l'umbo au cadre est de 2 millimètres au plus (tympan de 9 millimètres).

Chez le veau, manche = 7 millimètres et tympan = 11 (1).

Chez le ouistiti (deux mensurations), 2 millimètres de distance.

Chez le lapin et le lièvre, dont le tympan est si remarquable, on trouve que la distance de l'umbilic au cadre atteint plus du 1/3, presque la moitié du diamètre du cadre, comme chez l'homme. Ainsi avec un diamètre tympanique de 8 millimètres et demi le manche de l'osselet a 5 millimètres.

Chez les macaques, le manche avait 5 millimètres sur un tympan de 9 millimètres.

Chez les primates, les anthropoïdes, il est difficile de constater quelque différence avec l'oreille humaine.

Chez l'homme, le levier de la tension atteint à peu près le centre de figure de la membrane.

Comparons le levier de la tension avec celui qui est l'instrument de la détente.

Cette détente, nous l'avons vu, est obtenue par la traction en arrière de la tête de l'étrier et de l'extrémité de la branche stapéenne de l'enclume, articulées ensemble.

Ce mouvement fait basculer les deux têtes des osselets en bas et en dedans, autour de l'axe de rotation de l'ensemble et ainsi la détente a lieu, le manche du marteau et le tympan se trouvant alors refoulés en dehors.

L'énergie de ce mouvement, antagoniste de celui de la tension, peut s'apprécier au développement de levier qui l'opère. Or, chez les animaux en général, autant le manche présente de la longueur, autant la branche de l'enclume est raccourcie.

Déjà cependant chez le singe macaque, on voit l'enclume se dégager, avec un manche de 5 mill. cet osselet a 3 mill. de branche stapédienne.

(1) Gellé, *Path. otol.*, t. I.

Chez le nouveau-né et chez l'homme adulte on trouve souvent les mêmes proportions, 5 : 3 et parfois 4.

On est frappé de ce développement graduel de la branche-levier de l'enclume et de la tendance aussi manifeste par l'organisme vers l'équilibre des forces qui régissent les mouvements de protection, d'accommodation et la conduction dans l'appareil tympanique.

Chez l'homme l'antagonisme est plus complet et les forces opposées plus égales ; leur jeu, leur balancement doivent être plus parfaits et plus délicats (Gellé, *Études d'otologie*, t. I, 1876-80, et *Trib. méd.*, id.).

La prédominance du tenseur semble être une caractéristique de l'animalité.

Quelle est l'aptitude auditive qui bénéficie de ce dispositif si bien équilibré chez l'homme ?

Nous avons déjà dit, avec les auteurs, que la fonction auditive est des plus passives, des moins fermées.

Cependant la différenciation ne s'obtient que par des oppositions bien franches et conscientes, et la différenciation c'est le point de départ de l'analyse et de la connaissance du jugement, etc.

C'est au moyen des nuances que les catégories s'accusent, que la comparaison est possible, et qu'une certaine liberté est acquise à la fonction auditive.

Le choix et la défense, limités hélas, mais possibles par l'acte des muscles tympaniques et autres, sont aussi sûrs que l'adaptation de l'organe.

Plus actif et mieux pondéré sera l'instrument, plus la fonction acquerra de qualités et d'acuité.

Voilà le bénéfice dû à l'équilibre des deux forces antagonistes qui commandent la conductibilité du tympan et de l'organe auditif.

En définitive, c'est toujours l'action synergique des fléchisseurs dans l'extension et des extenseurs dans la flexion. On sait que par ces antagonismes les mouvements sont assouplis, gradués, arrêtés à volonté, [illegible] changés en inverse et régularisés, sans à-coups, sans secousse, puissants [illegible] jusqu'à un certain point. Les petits muscles de l'oreille, muscles de leviers, sont relativement très puissants, le levier de l'enclume [illegible] est du premier genre [illegible]

[illegible] est sur la paroi postérieure ou s'insère la branche horizontale de l'enclume [illegible] du manche du marteau ou de la tension est [illegible] puissant [illegible] point d'appui [illegible] de rotation [illegible] mobile [illegible] l'ampon [illegible] le [illegible] la membrane du remou [illegible] ils peuvent donc [illegible] associés [illegible] isolés [illegible] sur la sensation [illegible] sérieusement.

On comprend que l'égalité des deux forces motrices opposées facilite l'action synergique des deux moteurs [illegible] de la tension aussi rapide la détente.

Ainsi nous voyons que les dispositions [illegible] de l'oreille humaine présentent une supériorité [illegible] sur celles des animaux [illegible] presque [illegible] de [illegible] l'oreille de l'homme [illegible] cérébrales [illegible] des fonctions plus [illegible] plus haute importance : parole, musique, etc.

De la transmission des sons par les os du crâne. Perception craniennes. — La plupart des expériences [illegible] et décrites à propos de la conduction des sons [illegible] par l'appareil [illegible] [illegible] par [illegible] les conditions de la propagation au labyrinthe des vibrations sonores [illegible]. Duplay, Verlex, Mach, Politzer, Lucae ont bien [illegible] ce phénomène et analysé ses conditions et les [illegible] altérations de la transmission fréquemment observées dans le cours des affections auriculaires (séméiologie auriculaire).

Il résulte de leurs recherches, que mes expériences sont venues confirmer, que les vibrations, pour parvenir à l'oreille interne, suivent le même trajet que les [illegible] et sont propagées par le tympan et la chaîne des osselets.

Mais [illegible] le son [illegible] intensité [illegible] du son appliqué par l'air [illegible] reste supérieure. L'oreille est [illegible] la perception [illegible] le son est encore perceptible par l'air, le corps sonore placé en face de l'oreille. [illegible] c'est de l'air que vient la sensation.

[illegible] explique suffisamment l'épreuve de Weber [illegible] du [illegible] l'unité les vibrations [illegible] par les pressions [illegible] qui [illegible] que [illegible] passent par la [illegible] et subissent l'influence des compressions labyrinthiques (1).

(1) [illegible]

Synergie d'accommodation des deux oreilles, et de l'activité de leurs muscles. — Dans l'audition d'un son les deux organes auriculaires sont frappés le plus souvent à la fois ; cependant celui qui se trouve dans la direction même du corps vibrant reçoit les ondes directes et plus certaines, l'autre est touché par des ondes réfléchies (V. fig. 5).

Les deux appareils de transmission entrent en jeu soit successivement, soit simultanément ; ou mieux, il arrive sans doute que le muscle tenseur tympanique du côté directement frappé par le son se contracte plus tôt et d'une façon plus intense, car l'excitation étant plus forte, l'action musculaire réflexe doit être plus vive et plus énergique de ce côté que du côté opposé.

Les mouvements dissociés ou associés des cornets des animaux donnent l'idée juste de ces accommodations.

A la sensation acoustique se trouve donc associée constamment une sensation d'origine musculaire, celle de la contraction, de l'effort bilatéral, et la différence entre celle de droite et celle de gauche donne naissance à l'orientation.

Il est supposable que les muscles pairs sont susceptibles d'agir ensemble dans un but, soit pour atténuer le son (les deux tenseurs), soit dans le but de hausser le son (les deux stapédius qui ouvrent l'oreille [Toynbee]) ; à ce moment les masticateurs restent inertes et la bouche est béante. Chacun d'eux de plus peut se contracter dans un organe et moins dans l'opposé, puisqu'en somme les deux champs d'activité des oreilles sont différents et distincts.

Les réflexes seraient-ils bilatéraux ou unilatéraux suivant les nécessités fonctionnelles ?

Quand ils sont nés d'une excitation acoustique, ils peuvent être unilatéraux, mais ils sont bilatéraux le plus souvent puisque l'intensité du son commande d'ordinaire le réflexe. Cependant, si l'excitation réflexe a son origine dans la sensibilité générale, tactile, par l'on peut en juger d'après les cas pathologiques et les expériences, nous observons que les deux oreilles se contractent de même synergiquement, et qu'une excitation opérée sur l'une d'elles agit aussitôt en même temps sur l'autre (épreuve des pressions).

Les organes pairs sont intimement associés ainsi que latéralement certaines personnes contractent à leur volonté

ÉPREUVE DE L'AUTEUR, SYNERGIE DES RÉFLEXES BINAURICULAIRES. — Chez l'homme la volonté a peu d'influence sur les muscles tympaniques; cependant, ainsi que nous l'avons dit, certaines personnes jouissent du privilège (que le dressage accroît) de contracter à volonté le tenseur, et le stapédius d'après Lucä se contracterait dans les violentes contractions des peauciers de la face (V. fig. 52).



Fig. 53. — Constitution du voile du palais.

[illegible] cartilage de la trompe d'Eustache; [illegible] fibreuse [illegible] ptérygoïde; E, aponévrose [illegible] glanduleuse supérieure [illegible] muscle palato-staphylin.

L'acte réflexe simple de sa nature, personnel bilatéral, qu'il soit né d'une sensation acoustique ou d'une irritation de la sensibilité générale (traumatisme, inflammation cutanée ou muqueuse articulaire ou osseuse de l'appareil otique).

C'est le réflexe de défense celui qui fait fermer les yeux par crainte quand l'œil n'est pas en cause; c'est un réflexe d'expression, tel celui constatable sur les cornets des animaux aux mouvements si démonstratifs à ce sujet.

Ces réflexes ont aussi des causes très éloignées (affections viscérales) que la pathogénie des bruits subjectifs, des vertiges, de la surdité a fait connaître en faisant rentrer les symptômes auriculaires dans la pathologie et la séméiotique générales.

EXPÉRIENCE. — J'ai découvert et décrit un procédé expérimental simple par lequel cette synergie des muscles bilatéraux est rendue appréciable : et c'est le tenseur d'un côté que je mets en action par une pression centripète exercée au moyen de la poire à air sur l'autre oreille.

Le signe de cette action d'une oreille sur l'autre est simple

un diapason vibre en face de l'oreille libre et qu'alors on comprime légèrement l'autre, le son de ce diapason subit un affaiblissement instantané notable, significatif.

Un seul muscle peut atténuer ainsi la sensation auditive : c'est le tenseur. Lui seul a cette action, parce que, seul, il tend le tympan et immobilise l'étrier déprimé ; il affaiblit le son, il défend l'organe, on l'a compendieusement démontré.

A-t-on besoin d'une autre explication ? Que la pression centripète agisse sur le labyrinthe, c'est évident ; mais elle agit aussi sur tout l'organe (peau, tympan, osselets, muscles) ; l'oreille répond donc à une excitation d'ordre général aussi par le réflexe habituel banal de défense, de protection, qui accroît la tension de l'appareil.

De là l'atténuation de la sensation provoquée à volonté et passagèrement sur l'oreille gauche et vice versa.

J'ai appelé cette expérience l'épreuve de la *synergie d'accommodation binauriculaire* ou *épreuve des réflexes binauriculaires* (fig. 5?).

Aération de la cavité de l'oreille moyenne ; trompe d'Eustache, ses mouvements, ses moteurs. Action du tympan dans l'aération de la caisse. — L'oreille est un organe aérien ; le tympan subit la pression de l'air ambiant, et l'air doit circuler dans la caisse pour que jamais la tension de la cloison ne soit accrue d'une façon anormale ; pour cela, en effet, il faut que l'air inclus ait la même tension que l'air extérieur.

Le canal tubaire, qui relie la cavité de l'oreille moyenne au naso-pharynx, est chargé de cette ventilation indispensable.

Fermé par l'accolement élastique de ses parois cartilagineuses, ce conduit s'ouvre au moment de la déglutition, d'une façon passagère, et se trouve aussitôt refermé.

Il se produit à chaque mouvement d'avaler un va et vient de l'air de la caisse ; un pénètre celui qui circule dans les cavités du pharynx nasal.

Les agents de l'ouverture de la trompe d'Eustache sont les muscles du voile du palais, nommés aussi muscles tubaires ; ils ont leur double action : ils relèvent le voile quand on avale, et en même temps, par leur insertion supérieure, ils ouvrent les trompes.

L'élasticité du tympan est mise en jeu au moment où les

deux parois tubaires se décollent pour ouvrir le canal ; par l'aspiration ainsi exercée sur lui, il s'enfonce légèrement, se tend et dès que l'air pénètre il revient à la position d'équilibre par une oscillation qui se reproduit à chaque déglutition. On a comparé ce mécanisme au clignement : c'est la salive qui ici remplace les larmes.

Ce jeu est entretenu par l'action musculaire dans la déglutition (muscles bilatéraux, volumineux, énergiques) et c'est grâce à l'élasticité des tissus tubaires et du tympan que se produit ce déplacement intermittent.



Fig. [illegible]. — Oreille moyenne, partie externe, vue en dedans.

[illegible]

Aussi les lésions du tissu tympanique, les altérations de son élasticité, la gêne de sa mobilité ont-elles, de même que l'imperméabilité de la trompe d'Eustache, des troubles sérieux de l'audition (causes : otites, pharyngites, rhinites, adénoïdes, obstruction tubaire, relâchement du tympan).

Quand on veut aérer artificiellement la caisse, on y souffle de l'air par les narines au moment où le sujet fait une déglutition.

Quand l'obstruction de la trompe empêche l'air d'aérer la cavité de l'oreille moyenne, le vide s'y produit et la pression atmosphérique persistante refoule le tympan en dedans d'autant plus qu'il est plus altéré et relâché par la maladie ; et il en résulte de la surdité, des bruits subjectifs et souvent des vertiges [illegible] par suite de la compression consécutive du nerf labyrinthique.

La muqueuse de ce conduit est très humide, tapissée d'un épithélium vibratile et constamment lubrifiée par le mucus sécrété par d'énormes glandes acineuses ; les mouvements intermittents des parois tubaires sont ainsi faciles et silencieux.

L'orifice guttural de la trompe s'appelle le pavillon. Il est

[illegible]

Réservoir d'air : cellules aériennes de l'apophyse mastoïde. — Levier de la rotation de la tête (orientation). — Derrière le pavillon auriculaire chez l'homme, on voit une saillie conique, solide, dont la pointe est tournée en bas. La surface est cutanée et la ligne des cheveux s'arrête à son niveau pour dégager l'oreille : c'est l'apophyse mastoïdienne. Le conduit auditif [illegible] l'oreille moyenne. Cette saillie osseuse puissante couvre un diverticulum de la caisse du tympan, un ensemble de grandes et petites cellules osseuses pleines d'air et communiquant par un point élevé avec celle-ci.

C'est une cavité anfractueuse, aérée, séparée, creusée pour rendre l'os plus léger sous un volume plus grand, nécessaire aux insertions de muscles importants.

[illegible] de l'oreille tympanique, elle accroît [illegible] la tension [illegible] dans la circonstance.

Ces deux saillies de la base du crâne sont placées chez l'homme dans le même plan transversal que l'[illegible] occipital et les surfaces condyliennes qui s'articulent avec les vertèbres cervicales.

Elles forment les extrémités des leviers [illegible] de la rotation de la tête sur le pivot de la colonne cervicale. [illegible] de larges insertions musculaires [illegible] les puissants [illegible] qui servent aux attitudes [illegible] de la tête dans la recherche des sons [illegible] l'orientation auditive.

[illegible] ne sont point [illegible] elles ne sont formées [illegible] l'apophyse n'existant point chez les animaux [illegible]

elles coïncident avec la station bipède ; quelques primates et l'homme parmi les mammifères les possèdent. La bulle les remplace chez les singes et les autres animaux, comme réservoir aérien (V. fig. 33, 34, 35, 36).

Chez les carnassiers, par exemple, un creux existe à sa place, mais les mouvements de rotation sont chez eux (quadrupèdes) très limités et nuls dans le plan horizontal ; les oreilles sont toujours latérales ; mais les condyles articulaires de l'occipital regardent en arrière et ne sont pas sur le même plan que les conduits.

Le conduit auditif de l'homme est au contraire placé, et pour ainsi dire accolé en avant, au levier de la rotation de la tête.

L'oreille peut donc être portée vite et facilement vers tous les points de l'horizon, pour en explorer les bruits et leur direction dans l'espace et en découvrir l'origine. Nous jugeons de celle-ci par le sentiment des contractions musculaires effectuées dans la recherche et des attitudes prises pour obtenir le maximum de sensation sonore sur l'une des oreilles.

Les principaux muscles qui s'attachent à l'apophyse de chaque côté de la base du crâne s'insèrent aux parties latérales de la colonne vertébrale, des côtes supérieures et des épaules de chaque côté ; les uns sont antérieurs, les autres postérieurs, etc.

Dans leur action unilatérale, ils font tourner la face du côté opposé ; le sterno-mastoïdien gauche la tourne à droite, et vice versa.

Au moment de l'attention auditive, ces muscles entrent en action, dressent la tête, dirigent l'orifice du conduit, tandis que d'autres muscles, les masticateurs par exemple, se relâchent et laissent la bouche béante ; la respiration s'arrête, la déglutition se suspend, et les yeux suivent l'oreille qui écoute et explorent les alentours.

C'est le geste de l'attention auditive. Quel est l'agent de toutes ces accommodations pour l'audition ? Quel nerf anime le sterno-mastoïdien, le trapèze, ces gros muscles sterno-mastoïdiens, etc. ? c'est le nerf spinal.

De l'auditif au spinal, ou mieux entre leurs noyaux d'origine, doivent s'échanger bien des réflexes dans l'acte d'écouter. On remarquera la coïncidence des actes véritablement

inhibitoires, ou plutôt d'arrêt, suspensifs, qui coïncident alors avec l'excitation motrice des rotateurs de la tête : c'est là le cortège ordinaire de l'attention volontaire ou non.

Au nerf spinal s'associe l'influence du pneumo-gastrique (arrêt de la respiration, de la voix), du glosso-pharyngien dans la déglutition, puis celle du facial et des centres des mouvements d'équilibration et de station ; ainsi on obtient l'orientation, et l'audition enfin est assurée.

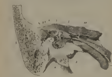


Fig. [illegible] — Paroi interne de la caisse du tympan.

1 [illegible] 2 [illegible] 3 pyramide 4 [illegible] 5 [illegible] ligament supérieur 6 [illegible] 7 [illegible] 8 [illegible] ligament postérieur 9 [illegible]

Le [illegible] d'origine auriculaire n'est pas [illegible] il est ou labyrinthique ou tympanique ou mastoïdien d'origine, mais c'est sans doute l'irritation du labyrinthe qui en est le point de départ (Gellé, Bidard).

[illegible] que [illegible] la [illegible] et ses annexes [illegible] ne représentent nullement un appareil de résonance. Je suis en complète communion d'idées avec le Dr Beauregard.

Dans l'étude excellente qu'il donne de l'oreille et de la fonction auriculaire chez les cétacés, il montre que ces réservoirs d'air sont tous disposés de telle sorte que l'équilibre des pressions extérieures et des tensions intérieures de l'oreille est assuré par un balancement curieux entre l'aération et la repl[illegible]

tion variable de plexus veineux et artériels énormes qui occupent les cavités osseuses.

En plongeant, dit Beauregard, l'animal soumet l'air inclus dans la bulle à une pression énorme contre laquelle l'être du tympan très [illegible] aux osselets soudés plus ou moins entre eux et aux parois osseuses. Or, à ce moment même, la trompe ne peut pas fonctionner, puisque l'animal est dans l'eau ; c'est alors que l'air des sinus passe dans la bulle en même temps que les plexus se vident de leur sang.

Quand au contraire l'animal remonte à l'air, la pression diminue, le sang afflue de nouveau dans les plexus, écarte les parois des sinus et l'air de la bulle y reflue.

Chez ces animaux, les plexus sanguins joueraient en réalité quelque peu le rôle de la vessie natatoire chez les poissons. En tous cas, la bulle aérienne des cétacés fonctionne pour équilibrer les tensions intérieures avec celles de l'extérieur.

Disons cependant que Rapp attribue à ces plexus le rôle de même, pour lui, les sinus remarquables qui agrandissent la cavité tympanique des cétacés paraissent être disposés comme des membranes tendues destinées à recevoir une grande partie des vibrations venues par l'intermédiaire des os et à les conduire jusqu'au labyrinthe (1).

Signalons en terminant que dans l'inflammation suppurative de l'oreille le danger souvent pressant [illegible] réside dans la suppuration de ces cavités, mastoïdiennes et dans la rétention du pus inévitable presque dans cette impasse.

§ VI. — LE LABYRINTHE OU OREILLE INTERNE

Vue générale. — Le son [illegible] propagé [illegible] l'oreille [illegible] a éprouvé et conduit le courant vibratoire jusqu'à la platine de l'étrier et à la fenêtre ovale, entre au labyrinthe ou oreille interne. Celle-ci est formée de cavités osseuses (labyrinthe os-

(1) Célarier, Du r. physiol. Th. [illegible]

[illegible]



Fig. [illegible] — [illegible]

[illegible]

[illegible] sont [illegible] transformés [illegible]

L'labyrinthe est un appareil trop complexe [illegible] trouve place dans ce travail [illegible] exposer les traits principaux [illegible] l'ensemble [illegible] les chapitres [illegible] sont traités les [illegible] de ses parties. [illegible] les notions

d'anatomie zoologique que nous avons données dans nos précédents chapitres vont nous servir à la compréhension de ce sujet.

Supposons que, dans une préparation anatomique, toute l'écaille temporale, le tympan et son cadre et l'apophyse mastoïde ont été séparés du fond du rocher, ouvrant ainsi les cavités [illegible] tympaniques et mastoïdes, pour laisser à nu la paroi interne de la caisse.

La masse du rocher est là, contenant l'oreille interne. L'aspect de cette surface labyrinthique de la cavité tympanique est curieux (fig. [illegible]).

On voit aussitôt la tête de l'étrier saillante, remplissant la fenêtre ovale ; mais il est impossible de découvrir la deuxième fenêtre, la fenêtre ronde : celle-ci est, du moins, cachée aux regards et comme défendue, profondément située dans un fond de dépression [illegible] inaccessible sans de grands détours.

Cette disposition étrange est à peu près générale chez les mammifères ; la fenêtre ronde est partout peu apparente.

Pour qui a voulu en [illegible] l'entrée des sons, il est intéressant de rappeler cette sorte de [illegible]. De toutes [illegible] est forcé de [illegible] tympan secondaire [illegible] du tympan [illegible] semble se mettre à l'abri sous la saillie osseuse du promontoire [illegible] chez les canidés, par exemple, comme pour éviter le courant sonore.

Ah ! pour s'offrir au choc sonore, on ne peut vraiment plus mal s'y prendre ; on sait nos [illegible] le courant sonore entre au labyrinthe par la fenêtre ovale.

Quant à la fenêtre ronde, elle laisse sortir le flot des ondes vibratoires qui ont traversé l'oreille interne et qui viennent se perdre dans la cavité tympanique et s'y éteindre par [illegible] plus que [illegible] du [illegible] labyrinthique [illegible] lulaire.

Cette particularité anatomique du siège [illegible] cette fenêtre achève de juger l'opinion [illegible] la conduction du son par [illegible].

Ainsi [illegible] seule fenêtre s'offre au passage du courant vibratoire : la fenêtre ovale, seule entrée du labyrinthe enseveli dans la masse [illegible] du rocher.

Pourquoi cette situation profonde de l'oreille interne, cette tendance à s'éloigner du milieu ambiant, à s'isoler, à s'enfermer, à se clore, si accusée par la position de la fenêtre ronde d'abord et la petitesse de la fenêtre ovale ensuite ?

On remarquera que du méat auditif à la fenêtre ovale la voie affectée au passage des ondes sonores va se rétrécissant jusqu'au labyrinthe. Encore au seuil y a-t-il, ainsi que nous venons de le faire voir, tout un appareil de défense, de fermeture, préposé à la sauvegarde des parties sensibles auriculaires, incluses dans le labyrinthe osseux.

La nature est dans la logique des choses : pour bien voir, il faut éclairer l'objet et se placer dans le noir, et pour bien entendre, l'observateur se met dans un endroit isolé.

La masse osseuse du rocher est un isolant. Le nerf acoustique n'est alors abordable que par une petite fenêtre. L'orifice labyrinthique est tel qu'il est facile à fermer : les passages étroits sont plus commodes à défendre.

Quand nous voulons distinguer quelque chose au loin, nous braquons notre lunette sur ce point, et tout le reste disparaît un moment pour nous, grâce à son petit objectif.

L'oreille peut choisir son horizon ; elle est apte à le limiter, à le préciser, par suite à le latéraliser : toutes conditions nécessaires à la différenciation et à l'orientation également.

Entrons plus avant (V. fig. 48).

Dès que la fenêtre ovale est franchie, l'observateur se trouve en présence d'une enfilade de cavités inégales, qui ont fait donner à l'oreille interne le nom de *labyrinthe*.

Le labyrinthe se présente chez les vertébrés, et surtout chez les mammifères, comme constitué par trois parties principales :

1° une médiane, vestibulaire, qui contient l'utricule et le saccule, les deux vésicules auditives primordiales, réunies par un canal commun qui aboutit aux canaux endolymphatiques. Ces deux vésicules sont entourées d'un liquide, la périlymphe, qui les isole de la paroi osseuse, excepté en leur point adhérent où les nerfs afférents les pénètrent à leur sortie des gaines osseuses (V. fig. 57).

Là où la fenêtre ovale s'ouvre sur la paroi externe du vestibule, l'étrier est proche de ces deux vésicules.

2° Les trois canaux semi-circulaires, dont les ampoules reçoivent des rameaux du nerf vestibulaire. Ces canaux abou-

fixent par leurs deux extrémités à l'utricule dont ils sont les diverticules. Ces fins canaux sont entourés aussi par la périlymphe ; les ampoules sont libres dans la cavité ampullaire et non adhérentes au niveau du point d'insertion du nerf ampullaire ; ils contiennent de l'endolymphe comme l'utricule et des

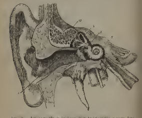


Fig. 57. — Vue d'ensemble de la disposition du labyrinthe osseux [illegible]

[illegible]

corpuscules cristallins portés et retenus par les fibrilles [illegible] au niveau des [illegible] c'est la [illegible]

[illegible]

lixité de la fenêtre ronde et [illegible] soit par les [illegible] les liquides des canaux lymphatiques, soit encore par une lésion osseuse ou intralabyrinthique [illegible] exostose, tumeur épithéliale [illegible] etc. [illegible] ou la gêne de la circulation de l'air de la caisse par la trompe.

Ainsi que cette structure le fait voir, ainsi que les notions de zoologie nous l'ont appris tout d'abord, l'organe de l'ouïe est disposé pour percevoir les plus petites variations de tension et par conséquent la pression tympanique. Nous avons montré ces mêmes fonctions en activité chez les plus simples animaux et en cela la fonction auditive se confond avec la tactilité ainsi qu'on l'a dit. Dans mes livres et dans mes leçons j'ai comparé le labyrinthe à une sorte de manomètre.

Vibration, choc, pression, tension, détente, compression sont des phénomènes que l'oreille labyrinthique perçoit et auxquels elle obéit : un tact, le choc vibratoire provoque son réflexe en même temps que l'audition fournit au moi une notion acoustique du branlement vibratoire provoqué par le choc.

Influence du milieu. — L'influence du milieu [illegible] c'est un rapport important que celui de l'état de tension de l'air, non seulement au point de vue auriculaire mais aussi à l'égard de la respiration, de la circulation et des forces nerveuses, le cerveau étant l'organe qui a le plus besoin d'oxygène.

La tension tympanique est commandée par celle de l'air ambiant et, par suite, celle-ci commande la tension labyrinthique.

Quand cet équilibre est gravement rompu, le labyrinthe réagit [illegible] vertige, les troubles de l'équilibre manifestent la souffrance [illegible].

Dans les conditions plus légères, ce sont seulement les mouvements de [illegible] qui sont provoqués [illegible] de la tête [illegible]. L'individu cherche à éviter les causes de son malaise (anxiété, vertige, faiblesse sans syncope, etc.).

Rôle du liquide intralabyrinthique. — Les liquides endo et périlymphatiques jouent un rôle important à deux points de vue : 1° quant à la transmission des vibrations apportées par la platine de l'étrier ; 2° quant à la transmission des pres-

[illegible] est par ceux-ci que ces deux fonctions sont remplies.

Les [illegible] des vaisseaux [illegible] tensions [illegible] jusqu'à [illegible] sont constantes [illegible] (Breschet [illegible]).

[illegible] intralabyrinthique est nécessaire [illegible] ses expériences que [illegible] de la fenêtre ovale [illegible] du liquide et du [illegible] observa que cette surdité [illegible] par suite de la réparation [illegible]

[illegible] chez les grenouilles et chez les pigeons.

[illegible] l'observation fait constater l'amélioration [illegible] de ramollissement [illegible] quand on comprime légèrement [illegible] par une perforation large du tympan.

Canal et sac endolymphatiques. Aqueduc du vestibule, aqueduc du limaçon; diverticule périlymphatique. — La pression intérieure des cavités du labyrinthe se transmet à la fenêtre ronde qui joue, en fléchissant, le rôle de soupape. L'étendue du déplacement est minime, puisqu'il est égal à celui de la platine de l'étrier, mais indispensable ; quand la fenêtre est immobilisée, fixée, le labyrinthe est nécessairement comprimé.

Mais les canaux périlymphatiques et endolymphatiques offrent des voies libres à la sortie d'une partie du liquide inclus, et peuvent par là éviter la compression dans de certaines limites (fig. 45).

D'autre part le sac et le canal endolymphatiques, par leur situation, rendent possible l'accroissement de tension intra-labyrinthique quand la tension intracranienne augmente : il y a là des connexions qui rendent la compression inévitable, si le courant lymphatique reflue vers le labyrinthe.

Les expériences de Weber-Liel (1879) ne laissent aucun doute à cet égard. Le canal endolymphatique se forme par la réunion des canalicules qui unissent l'utricule et le saccule dans le vestibule ; il se porte par un conduit osseux jusqu'à la dure-mère, où il se dilate en ampoule à la surface du

rocher dans le crâne. Il est [illegible] que loc du vestibule.

Le sac lymphatique sous-dure-mérien [illegible] met la tension labyrinthique sous l'influence de la tension intra-crânienne (Weber-Liel, Retzius, Schwalbe, Key, Testut, M. Duval).



[illegible]

[illegible]

D'autre part, de la [illegible] un canal [illegible] de la dure-mère [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

Sécrétion du liquide endolymphatique. — [illegible] (fig. 38, 4).

Mode d'ébranlement du liquide intralabyrinthique. — [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

qu'elle l'excite (impulsions) soit qu'elle la paralyse (inhibitions).

Nous nous occuperons spécialement dans ce travail sur l'audition du côté des différentes parties du labyrinthe à ce point de vue, sans négliger cependant l'exposé des phénomènes de molécule qui ont donné lieu à l'hypothèse d'un sens de l'espace, dont les crêtes ampullaires seraient les organes périphériques (de Cyon); mais nous serons plus brefs dans ces explications un peu en dehors de notre étude.

Oscillation totale et vibrations moléculaires. — La structure de la platine de l'étrier et les conditions de son articulation avec les bords de la fenêtre ovale nous ont conduit à admettre un seul sens du déplacement de cette base de l'osselet sous l'action des mouvements de la chaîne; on sait que l'on ne peut mieux comparer le jeu de cette base qu'à celui d'un piston dans un cylindre. Ce mode de mouvement se fait dans les proportions infinitésimales qu'on [illegible] au maximum les déplacements = [illegible] de millimètre [illegible]. Helmholtz [illegible] permettait des glissements inégaux de la platine, telle [illegible] partie s'incline et s'enfonce plus que l'opposée et qu'ainsi sa marche [illegible] soit oblique.

C'est l'opinion sérieusement exposée [illegible] par le Dr Bonnier (*loc. cit.*); elle a été déjà [illegible] par quelques physiologistes qui admettent soit un mouvement [illegible], soit un mouvement de bascule de la base de l'étrier (Lucae). [illegible] ces diverses opinions avec clarté [illegible] l'expérience [illegible] Toynbee, de Politzer, les miennes.

M. Bonnier établit le sens de la direction [illegible] que des ondes sonores, de l'incidence avec laquelle elles frappent la base de l'étrier qui se présente alors plus ou moins obliquement dans le cadre de la fenêtre ovale. Ce sont là des hypothèses qui ont été émises pour élever tout un système d'explications théoriques de la marche des courants vibratoires dans l'intérieur du labyrinthe. L'auteur en effet croit que la transmission de l'incidence a lieu jusqu'à la macule sacculaire ou utriculaire; il a besoin de ces [illegible] pour expliquer [illegible] l'orientation [illegible] (p. 268 [illegible] oreille physiologique). Or la démonstration est impossible, et la propagation [illegible] a lieu sans doute en tous sens dans un même liquide.

Quant à l'orientation [illegible] unilatérale [illegible] on repar[illegible] elle se confond avec la notion d'extériorité et s'aide par d'autres sensations [illegible] certainement, mais surtout par la comparaison avec la sensation perçue [illegible] re [illegible] la réalisation est une question de maximum d'intensité de la sensation ; de plus, l'orientation naît du senti[ment] des mouvements de recherche effectués. (Bé[illegible] Phys.)

Dans une orientation [illegible] le plus grand rôle [illegible] de l'appareil auditif qui garde [illegible] il se passe une foule de gestes d'adaptation qui concourent [illegible] l'origine [illegible] la sensation à l'horizon ; or nous avons cons[cience] [illegible] de ces efforts et de leurs tendances ; nous exécutons souvent [illegible] la série de mouvements inverses, pour constater que nous perdons le contact [illegible] maximum et la direction précise du corps sonore.

Ex[illegible]. — Les oreilles *immobiles* sentent-elles par les [illegible] du courant sonore [illegible] direction ? Les plus simples expériences [illegible] plus haut [illegible] à propos [illegible] intérieur [illegible] de l'organe [illegible] cours des mouvements associés de recherche des [illegible] [illegible] de Weber, de [illegible] du tube et de la [illegible] de l'impression [illegible] Tout [illegible] [illegible] l'orientation.

Ex[illegible]. — [illegible] de l'[illegible] du cou[illegible] phonographique [illegible] chose qu'une diminution d'intensité, caractérisée par un son extrêmement faible du morceau [illegible] quand [illegible] dessous [illegible] du tuyau qui sert aux inscriptions sur le plan [illegible]. Cela est connu de tous les praticiens. De plus, à la vue, les graphiques [illegible] étaient très peu marqués [illegible] on le voit avec [illegible] de son produit ; donc l'obliquité [illegible] source de son [illegible] son éclat, sa puissance tout d'abord.

Ex[illegible]. — [illegible] tube de caoutchouc auquel est appendu [illegible] le sujet [illegible] on peut [illegible] dans tous [illegible] toute [illegible] même sensation [illegible] recherche lui apprend le sens du déplacement.

C'est bien ce qui provoque nos mouvements de rotation de la tête à la recherche du maximum qui répond à la direction la plus précise et la plus proche de la source sonore.

Comme Weber et Helmholtz, Bonnier, à l'opposé d'Hurst, admet le passage d'un flot de l'onde sonore par l'appareil des osselets et un mouvement, un déplacement d'une seule pièce pour la platine de l'étrier. L'ébranlement moléculaire ne franchit pas la platine sans mettre pas à l'écart.

Nous avons expérimentalement montré au moyen de l'analyse des graphiques du phonographe que cette propagation des vibrations moléculaires existe, et nous ajouterons que l'observation clinique en donne une démonstration précieuse, car dans les cas où la platine de l'étrier a été immobilisée à la suite de maladie par sa soudure au cadre de la fenêtre ovale, l'audition bien qu'affaiblie est loin d'être impossible, tant que le tympan transmet les vibrations, elle dure fort longtemps malgré cette lésion qui, d'après ces physiologistes, doit anéantir la fonction (V. fig. de 4 à 6).

Or les vibrations passent, l'onde est conservée. Quelle raison empêcherait au surplus la vibration moléculaire de se propager au liquide qui touche la base de l'osselet ? Nous avons précédemment donné toutes les preuves de cette transmission stapédienne dans notre étude de ce fonction.

Dans l'expérience qui suit, on voit l'audition auriculaire, excellente, sans autre transmission possible que la moléculaire, évidemment.

EXPÉRIENCE. — Nous donnerons ce type d'instrument d'auscultation qu'on nomme phonendoscope du Dr Bianchi : une tige rigide est vissée fixant au centre d'une membrane mince, tendue dans un cadre et qui couvre un réservoir d'air, auquel aboutissent deux tubes de caoutchouc dont les bouts se placent aux oreilles de celui qui ausculte, tandis que le bout de la tige est appliqué sur la région à explorer. Cet appareil transmet avec une grande intensité les plus légers bruits de frottement et leurs modifications suivant l'état de l'organe sous-jacent. De la pulpe du doigt on frotte la peau tout autour du bouton du phonendoscope et le son transmis avec ampleur sert à délimiter les organes internes (estomac, cœur) et les lésions (épanchements, etc.) dont le diagnostic est ainsi facilité et le siège précis. (Voir ceux du Dr Capitan

[illegible]

Rôle de l'utricule. — [illegible]

[illegible]

somme d[illegible] vibrations et [illegible] sensations. D'après [illegible] nous [illegible] et nous analysons [illegible] son [illegible] corps [illegible] et la présence [illegible] corps [illegible] sont [illegible] est [illegible] tout d'abord qui frappe [illegible] c'est la sensation générale non analysée encore [illegible] une sorte [illegible] vous.

Des [illegible] l'impression [illegible] origine du bruit [illegible] en [illegible] ses mugissements [illegible]

Si la sensation brusque est brutale [illegible] des réflexes [illegible] et défendent le sujet contre le bruit et contre leur auteur.

Le nerf [illegible] ampullaires sagittal [illegible] et horizontal [illegible] dans le ganglion de Scarpa [illegible] vestibulaire.

Saccule. — Le *saccule* est [illegible] vestibulaire; il est en communication par [illegible] avec le *canal cochléaire* [illegible] (fig. [illegible]).

C'est une vésicule plus petite que l'utricule, également adhérente par [illegible] à la paroi [illegible] du vestibule [illegible] offrant [illegible] une *tache* [illegible] épaississement de la paroi [illegible] couverte de cellules cylindriques [illegible] et fusiformes [illegible] aboutissent les [illegible] nerveux issus des [illegible] (*taches* [illegible]).

Il est [illegible] que les deux vésicules vestibulaires qui sont les premiers appareils labyrinthiques apparus, soient [illegible] par la paroi par laquelle [illegible] leurs rameaux nerveux, [illegible] les différencie [illegible] des ampoules et du canal cochléaire dont les dispositions semblent être absolument opposées; en effet, les papilles [illegible] crêtes sont supportées dans [illegible] par des [illegible] élastiques [illegible] dans le limaçon.

Ces nuances délicates dans la structure correspondent évidemment à des fonctions différentes, et il doit y avoir d'autres sensations fournies par ces [illegible] organes [illegible] vibratoire, ne [illegible] plus [illegible] comme un obstacle [illegible]

dualité fonctionnelle de l'acoustique existe déjà. Il est sensitif et à la fois origine de réflexes en excito-moteur. Mais ces réflexes naissent de sensations spéciales, car les actes réflexes sont une propriété générale des tissus et ici ils sont commandés par des organes spéciaux, un appareil sensoriel précis, les cellules auditives spécifiques, les cellules ciliées.

L'otoconie ou sable auditif. — Les mêmes taches auditives, les crêtes des ampoules sont recouvertes d'une couche de cristaux fins et mobiles qu'on ne trouve qu'au niveau des surfaces sensibles de ces vésicules.

Ce sont les vestiges des énormes otolithes des animaux inférieurs et des poissons entre autres.

Ces rapports intimes avec les papilles sensorielles ne laissent à leur attribuer un rôle quelconque dans la fonction.

Quel est ce rôle ?

Pour Helmholtz, ce sable agit sur les surfaces sensibles par les vibrations du liquide endolymphatique, prolonge la durée de la sensation d'ébranlement.

Les grains de sable auriculaire pesant plus lourd que le liquide où ils résident, l'onde les soulève, les comme les déplace ; à ce moment les cils des plateaux sont dégagés, découverts et l'ébranlement touche les points sensibles utiles, puis le calme revient, les cristaux d'otoconie retombent en leur position habituelle.

Est-ce au moment où a lieu ce dégagement des surfaces sensorielles ? Est-ce plutôt le choc des cristaux soulevés agissant qui se produisent leur action ? Pour J. Müller, pour [illegible], ils renforcent l'excitation ; pour Waldeyer, P. Meyer, Ranke, Béclard, c'est un effet d'amortissement au contraire qu'ils produisent.

Bonnier, rappelant le développement des premières formations otolithiques des animaux inférieurs (mollusques), considère que, grâce à ses mouvements communiqués par le liquide vibrant aux masses inertes solides, la continuité de l'ébranlement, sa périodicité sont assurées par les chocs rythmiques de ces cristaux déplacés qui retombent ensuite en leur première position d'équilibre.

J'avais pensé tout d'abord que cette otoconie multipliait les chocs et les ébranlements en surface par leur entrechoquement.

Quoi qu'il en soit, on peut admettre qu'ils sont destinés à supprimer les vibrations consécutives en reprenant leur position primitive après le passage de l'onde ; ils agissent par leur masse. N'oublions pas en terminant cette audition [illegible] expérimentale : les deux vestibules suffisent à l'audition ; la destruction du limaçon n'amène pas la surdité [illegible] des canaux non plus, tant qu'elles sont indemnes.

Canaux semi-circulaires et leurs ampoules ; crêtes ampullaires ; sensations ampullaires ; réflexes ampullaires. — Ces formations auriculaires apparaissent [illegible] de l'oreille dans la série animale ; ces trois canaux se coupent à peu près à angles droits dans le même sens que chez l'homme. Cette constance dans les rapports des canaux entre eux a de tout temps frappé les physiologistes ; elle indique une fonction primordiale, générale, annexe de celle de l'ouïe (V. fig. 45).

Fig. [illegible] — Coupe [illegible] du limaçon.

[illegible] coupe [illegible] telle [illegible] deux [illegible]

Les ampoules et les canaux sont issus de l'otocyste, l'organe chargé de percevoir l'intensité des sons, d'après [illegible] et où partent les réflexes de défense [illegible] c'est l'analogue des otocystes dont Wervorn fait des organes de l'équilibre [illegible].

Les canaux représentent un ensemble de perfection [illegible] canals [illegible] au même but (fig. 56).

Les crêtes ampullaires sont des terminaisons de la branche vestibulaire [illegible] différentes fonctionnellement de la [illegible] et le point de départ des réactions motrices.

Par eux l'influence du sens de l'ouïe rayonne sur les mouvements du corps.

Chaque ampoule reçoit un pinceau de fibres nerveuses au niveau *de la crête sensorielle*. Celle-ci est formée d'un épaississement de la paroi recouvert de *cellules ciliées* et *plas-*

driques associées aux *cellules fusiformes*, cellules en languette (cellules molles ou cellules de Schultze), qui émettent par leurs extrémités libres un abondant chevelu de cils auditifs longs, mobiles et baignant dans l'endolymphe, plus fluide chez l'homme.

Chez la raie j'ai observé au niveau de l'ampoule, sur des coupes de la crête, des formations cellulaires en forme de lanières longues supportant des cristaux d'otoconie de distance en distance, qu'on voyait briller avec éclat dans la préparation.

Il y a moins d'otoconie chez l'homme au niveau des ampoules. Mais on trouve même chez les mammifères au-dessus de la touffe de cils auditifs une *masse molle*, cupule terminale, qui semble la protéger et l'isoler (Coyne, etc.).

Les taches auditives ont présenté aussi une sorte de membrane tectoriale ainsi que nous l'avons vu; cela rappelle (Meyer, Kuhn, Coyne) la disposition de la membrane de Corti du limaçon (Meyer).

Les surfaces sensitives sont donc terminées par des *cils auditifs* qui baignent dans le liquide de l'ampoule; elles en reçoivent les vibrations qu'elles transmettent aux cellules fusiformes, regardées comme des appareils nerveux terminaux, se continuant avec les fibres des nerfs ampullaires.

Les rapports intimes des filets de leurs plexus et des fibrilles qu'ils émettent avec les cellules de la crête et des maculae ont été bien démontrés par les travaux de Kuhn, Rudinger, M. Schultze, U. Pritchard, Hasse, V. Grimm, Odenius, Coyne, Reich.

Dans leur trajet, les trois canaux et leurs ampoules sont isolés totalement par le tissu osseux si dense du rocher; cela assure une différenciation complète de leur rôle; sous la même excitation ils conduisent trois impressions différentes ou à trois foyers sensibles différents.

Quel est le rôle de ces organes auditifs? Et d'abord se présentent ces questions : Les canaux et les ampoules et leurs nerfs sont-ils des organes de l'ouïe, ou ne sont-ils que cela, n'ont-ils pas d'autres fonctions?

Cela peut paraître quelque peu étonnant, mais ces questions ont été posées depuis les travaux si nombreux qui ont montré les rapports intimes de ces organes avec l'équilibre

[illegible]

[illegible] plus intéressantes.

[illegible] l'organe [illegible] certains [illegible] le corps [illegible] *lorsque* [illegible]

[illegible] et disparaît même [illegible] les pleins d'imagination.

[illegible] est curieuse à [illegible] phénomènes dont [illegible] explications un peu trop [illegible] faits, on édifie aussitôt une [illegible] de connaître [illegible]

[illegible] scientifique [illegible]

[illegible] les auteurs [illegible] expérimentaux [illegible] ampullaires et les canaux [illegible] par les [illegible] de l'excitation [illegible] par le premier physiologiste qui [illegible] la question si compliquée depuis par Flourens.

L'hypothèse [illegible] maîtresse sur tout le reste [illegible]

Rôle des canaux semi-circulaires dans la fonction auditive. — Dans [illegible] nous ne devrons [illegible] dans les fonctions [illegible] canaux semi-circulaires que celles qui ont des rapports [illegible] avec la fonction de l'ouïe [illegible]

Il est [illegible] labyrinthique liquide [illegible] commun aux ampoules [illegible] comme aux autres vésicules et canaux [illegible] dont ils font partie constituante.

Il est [illegible] sont tous [illegible] comme [illegible]

tous les phénomènes [illegible] de l'étrier et de l'oreille moyenne venues de l'extérieur.

D'autre part, on ne peut nier que les tensions intérieures du labyrinthe [illegible] sur ses organes et qui [illegible] sont sans [illegible] de pression que l'action [illegible].

D'ailleurs, puisque [illegible] déjà fait observer, les crêtes ampullaires présentent une sensibilité particulière [illegible] les phénomènes [illegible] par les expériences [illegible] résulte de leur [illegible] sont un fait général des tissus, et la présence d'un dispositif sensoriel spécial (cellules ciliées [illegible]) [illegible] une sensibilité spéciale aussi différente [illegible] et comme c'est [illegible] labyrinthique [illegible] excitation physiologique des crêtes ampullaires [illegible] qu'elle est une vibration [illegible] ou une pression produite [illegible] moment du passage du mouvement vibratoire [illegible].

Il y a donc une fonction [illegible] par [illegible] de celle [illegible] avec celle [illegible] la commune [illegible] l'organe est [illegible] le mouvement [illegible] le [illegible] des liquides endolabyrinthiques.

Les [illegible] doivent donc être étudiés [illegible] au point de vue de leur rôle dans la fonction auditive.

[illegible] par l'[illegible] aux réflexes de [illegible] que les [illegible] sont [illegible] produits [illegible] l'expérimentation [illegible] agents de ces [illegible] des mouvements [illegible] par [illegible]. Mais physiologiquement [illegible] le mouvement [illegible] différents suivant le [illegible] et le [illegible] des vibrations des pressions et [illegible] qui leur est transmise par le liquide labyrinthique et par l'ébranlement sonore lui-même.

De ces actes moteurs les uns sont réflexes [illegible] instinctifs, tels que ceux d'adaptation [illegible]; d'autres sont réfléchis, voulus [illegible] encore la sensation sonore qui [illegible] les

La pathologie auriculaire fournit, on peut le dire, de véritables expérimentations au point de vue du rôle des canaux. Soit qu'on soulage une compression cause de vertige, soit à l'inverse que l'on provoque un vertige dans certaines lésions otiques, la loi réflexe du labyrinthe est journellement démontrée dans la pratique auriste.

Mais les réflexes auriculaires et leurs générateurs (tension exagérée intralabyrinthique, chute, etc.) peuvent provenir d'ailleurs que de l'oreille même, et les troubles de circulation, de respiration, les affections stomacales, rénales, etc., retentissent d'une façon très énergique et très fréquente sur l'organe de l'ouïe et sont susceptibles de faire apparaître les troubles réflexes ampullaires connus (vertige, etc.).

Ces rapports étroits que je signale entre les fonctions auriculaires labyrinthiques et les autres appareils organiques sont des plus intéressants à constater et nous en reparlerons dans un instant.

Un traumatisme de l'oreille montre bien le rôle du labyrinthe sur la marche : un enfant reçoit le choc d'une balle lancée avec force directement sur l'oreille droite ; il tombe immédiatement à terre sans perdre connaissance. C'est l'acte inhibitoire dans toute sa simplicité. Un enfant est atteint d'otorrhée avec large perforation du tympan ; on lui injecte brutalement un liquide dans le conduit ; il tourne et chute aussitôt avec quelques spasmes oculaires, sans perdre un moment connaissance : c'est le vertige subit dû à la pression brusque du labyrinthe.

Ce sont les signes d'une irritation, d'une commotion de l'oreille interne et des canaux semi-circulaires comparables aux effets des lésions expérimentales des vivisecteurs.

On comprend alors comment on peut voir dans les canaux semi-circulaires un organe périphérique de l'équilibration.

Dans l'audition, leur action réflexe n'est sollicitée que par les ébranlements des parties auriculaires transmis au liquide inclus dans le labyrinthe. Dans le jeu ordinaire de l'oreille tympanique, cette sensibilité particulière des crêtes ampullaires est surtout excitée par les pressions de la base de l'étrier dans les contractions du tenseur du tympan, soit dans le cas d'aération insuffisante de la cavité tympanique, lesquelles

[illegible] compression du labyrinthe [illegible]

[illegible] les causes [illegible] autres péri [illegible]

[illegible] le rôle des canaux [illegible] le point de départ [illegible] d'adaptation ou de protection sont locaux [illegible]

[illegible] du tympan est réglée par cette sensation de ten[illegible] nous avons dit qu'elles se font équi[illegible] temps que par les sensations sonores [illegible]

[illegible] dation des deux muscles frénateurs [illegible] dépendent de ces sensa[illegible] inférieures ou de l'intensité [illegible] vibratoire éprouvé. Il en est de même dans [illegible] fonctionnelle binauriculaire.

[illegible] auditif possède des « tutamina » et un réglage [illegible] impressions et de ses activités. Les crêtes [illegible] les petits organes sensibles excito-moteurs, [illegible] cette fonction délicate, la cérébration [illegible] actions et réactions insensibles dans l'état [illegible]

Il n'en est plus de même dans l'état pathologique, ainsi que je l'ai montré par quelques exemples.

J'ai publié à propos de « l'aura » dans le vertige auriculaire et M. Bonnier a parfaitement exposé et développé dans son étude sur le vertige, qu'il faut lire, tout ce qui a rapport à ce sujet. Cet auteur a classé les sensations fournies par les ampoules : celles de tension intérieure, celles de pression du liquide [illegible] du milieu, celles d'ébranlements péri[illegible] et celles de trépidation.

Les premières sensations de pression sur les crêtes sont dites *manoesthésiques* : elles sont manométriques pour ainsi dire, ainsi que je l'ai indiqué dans mes livres (Article Surdité *Dict. [illegible] chirurg.*

La sensation de pression est nommée *baresthésique*. L'au[illegible] reconnaît des fonctions *manoesthésiques* et des fonctions *baresthésiques* au labyrinthe, et par conséquent aux canaux

semi-circulaires surtout, les ébranlements vibratoires donnent les sensations *sismesthésiques* qui constituent l'excitation sonore.

Les fonctions sensorielles : l'audition tonale, de sonorités sont dévolues au limaçon, comme le sont, nous allons le décrire. On doit aussi attribuer aux canaux ampullaires une action vaso-motrice très active, que la pathologie met souvent en évidence. Dans un organe aussi délicatement doué, les irritations expérimentales et pathologiques dépassent dans leurs effets tout ce que peut donner l'excitation physiologique et ce qui a lieu dans le fonctionnement normal de l'appareil.

Mais par ce grossissement des résultats, l'expérimentation a permis de mettre en évidence les retentissements si curieux et si importants des lésions du labyrinthe sur les organes voisins, sur les principales fonctions, et surtout sur les fonctions de station, de l'équilibre et sur les mouvements généraux.

Le labyrinthe apparaît comme un foyer de réflexes des plus puissants et des plus divers ; cette puissance d'action sur la motricité peut amener, nous l'avons vu, l'inhibition totale des forces, la résolution et la chute à terre sans perte de connaissance.

Une lésion pathologique auriculaire, si elle touche le labyrinthe, peut provoquer toute la série de ces troubles de l'équilibre et des mouvements.

Disons par avance que les troubles de sensibilité, un peu trop négligés par les observateurs, ont une importance égale aux troubles moteurs, abondamment, ainsi que je l'ai prouvé par l'étude de l'aura du vertige, le Ménière (*C. R. Soc. Biologie*).

Dans les cas pathologiques, en même temps que la perturbation motrice, on observe en effet des troubles visuels, pupillaires, vaso-moteurs, les algies, des hallucinations auditives, visuelles, motrices, etc. (Voir plus loin.)

Nous avons dit que l'expérimentation a démontré que la destruction des canaux semi-circulaires n'empêche pas l'audition tant que les deux vésicules vestibulaires fonctionnent.

Rôle des canaux semi-circulaires en dehors de la fonction auditive, comme organes d'un sens de l'espace, des attitudes, etc. — Nous serons assez bref dans l'exposition de ce sujet qui fourmille d'expériences et d'interprétations aussi diverses que nombreuses. Il nous paraît surtout utile de dégager

dant les rapports de celle-ci avec les mouvements associés.

Ewald, à mon sens, comme Kreidl, Lee, Wlassack, a montré le fait important, c'est-à-dire cette action permanente de l'ensemble des canaux semi-circulaires sur les forces motrices, soit pour les exciter (impulsions), soit pour les inhiber (inhibitions, parésies).

Bonnier, en dernier lieu (1890), a repris l'hypothèse de Breuer et l'a soutenue avec talent ; il croit trouver dans ces organes le point de départ des notions d'altitude et d'orientation.

Dans un travail sur le rôle des canaux semi-circulaires, lu à l'Académie en 1888, je disais que l'expérimentation avait fourni tout ce qu'elle peut donner, et je concluais à la nécessité de tenir grand compte de cette autre expérimentation que la clinique otologique observe au lit du malade, et qui est fort instructive parce qu'elle met en relief à la fois le résultat, la perturbation fonctionnelle, et sa cause productrice, la lésion auriculaire.

Mais il y a d'autres sources d'information.

Au point de vue de l'étude du développement des organes et des fonctions dans la série zoologique, est fertile en enseignements. C'est ainsi que la physiologie générale, la morphogénie ont conduit Bonnier à admettre, avec Gullstrand, entre autres, que les crêtes ampullaires conduisent aux centres psychiques les notions subjectives d'attitude objective ensemble des attitudes de notre tête, de nos membres et des mouvements du corps. Le frottement de l'endolymphe par un effet d'inertie dans les mouvements des membres serait la source de ces sensations ampullaires.

J'insiste sur cette opinion dernière, que je ne partage pas, parce qu'elle a conduit l'auteur à une interprétation nouvelle des réflexes nés du labyrinthe et à en appliquer les données à l'étude des faits pathologiques. Hypothèse pour hypothèse, celle-ci s'est montrée féconde et logique, et devait être signalée en bonne place.

Pour ma part (Gellé, 1.11 *Etudes d'otologie*), aussi bien que les sensations ampullaires naissent d'appareils sensoriels spéciaux, que les excitations consécutives se produisent sur trois points isolés, les trois canaux sont divergents et isolés dans leurs anses, et leurs ampoules, et leurs nerfs ; et cet isole-

forme de bruits ne différant entre eux que par leur intensité et les canaux semi-circulaires peut-être pour provoquer les mouvements des yeux toujours dirigés de ceux de la tête afin d'éviter les illusions visuelles qui se produisent quand ils sont immobiles. Il est difficile de mieux dire en peu de mots.

R. Ewald a bien étudié les rapports entre le labyrinthe et les mouvements du corps. Ses expériences très intéressantes confirment ainsi les idées de Flourens et de Goltz et la théorie de Breuer : les excitations, les crêtes dues au mouvement de l'endolymphe dans les canaux nous renseigneraient sur les mouvements de rotation de la tête.

Mais il reste encore des faits inexpliqués malgré tout : c'est surtout cette diminution si frappante du tonus musculaire après la section des nerfs acoustiques, l'absence de coordination motrice et une sorte d'insensibilité, de perte du sentiment musculaire. Ewald ne s'explique pas que la destruction de certains organes de sensibilité qui n'ont aucun rapport direct avec le système musculaire puisse altérer la sensibilité des muscles striés. Mais le trijumeau coupé, le tonus des muscles du cou n'est-il pas perdu ? Il suppose l'explication hypothétique suivante : que les vibrations incessantes des cils des cellules auditives produisent l'excitation de certaines parties du système nerveux central, et que celui-ci a une action continue sur le tonus musculaire général ; ce tonus est nécessaire ; sans lui il y a faiblesse et incoordination motrice.

C'est par cette action sur le centre que les destructions des appareils labyrinthiques influenceraient le système musculaire général (R. Ewald, septembre 1896, 68e Congrès des naturalistes et médecins allemands). Ewald et d'autres ont constaté des suppléances remarquables. M. Félix Santschi pense à ce propos qu'il faudrait accorder aux crêtes une sensibilité d'ordre tactile, car il se peut aussi que la tactilité compense la perte des sensations ampullaires comme la vision du reste. Les nerfs sensoriels ont donc une influence remarquable sur les mouvements et sur leur coordination, l'acoustique aussi bien que l'optique.

Les ampoules des canaux semi-circulaires conduisent aux centres nerveux les notions de tension, de pression, d'ébranlement, de mouvement vibratoire, et de leur côté, les muscles dans leur fonctionnement obéissent à des sensations

[illegible] comme [illegible] un centre [illegible] centralisent [illegible] simultanément [illegible] exalté.

[illegible] pas [illegible] sons audibles [illegible] contrairement [illegible]

[illegible] établi par [illegible] paraissent [illegible] sur le [illegible] aussi sur la [illegible] influence peut paralyser [illegible] de causer la chute [illegible] respiratoires, etc.

[illegible] aussi évident que [illegible] apparaissent [illegible] et qu'il [illegible] de la physiologie de [illegible] auditive.

[illegible] des crêtes des [illegible] la clinique montre [illegible] les troubles des mouvements [illegible] même à rappeler [illegible]

[illegible] la plainte de [illegible] expérimental.

[illegible] qui tourmentent les malades [illegible] manifestement en grande [illegible] une symptomatologie qui [illegible] identique à celle du cer-

velet (V. expériences de Lieb et Buginski), contredites par celles de B[illegible]nge (1).

Limaçon ou cochlée, organe de l'audition tonale, organe de la musique. — [illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

percevoir les vibrations du liquide intralabyrinthique intermédiaire entre la partie sensible et le courant extérieur (fig. 58).

Sur cette membrane, qui coupe en deux rampes la cavité du limaçon (*membrane basilaire*), on remarque une saillie, la *papille auditive* de Huschke, qui consiste dans le groupe des *cellules auditives* (cellules ciliées, cellules fusiformes et cellules de soutien sur les bords) supportées par un ressort élastique, une sorte de sommier (*les organes de Corti*).

Ceux-ci constituent des piliers se faisant vis-à-vis, appuyés du pied sur la membrane basilaire et formant, par leur écartement en bas, une voûte continue, spirale, qui supporte les cellules auditives; on en compte trois à quatre mille.

Les piliers externes de la voûte sont plus déliés, plus élastiques, moins rigides que les internes; ils s'insèrent sur une surface de la membrane basilaire d'aspect strié (*membrane striée*).

Ces fibres radiées (zone striée), rayonnant à la périphérie, ont été tout d'abord dotées d'un rôle important dans la transmission des ébranlements aux piliers de Corti par Helmholtz.

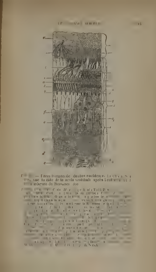
Il les avait comparées aux cordes d'un piano, la basilaire portant une sorte de clavier. Les fibres radiées étant plus courtes à la base du cône cochléaire, les sons aigus étaient propagés en cet endroit et les graves au sommet du cône.

Cette séduisante théorie a été admise par tous les physiologistes. Les pathologistes à leur tour sont venus montrer par des postsections les lésions du limaçon concordant avec les symptômes (perte de l'audition totale ou partielle) observés pendant la vie (Moos, Politzer, etc.).

Les vibrations de ces fibres radiées (cordes de Hensen, de Nuel) sont transmises aux arcs de la voûte de Corti et par là aux rangées de cellules auditives (ciliées et fusiformes disposées en quatre rangées sur la voûte).

Telle est la théorie de l'excitation de l'acoustique admise partout encore aujourd'hui depuis Helmholtz.

Quand Corti décrivit l'appareil des piliers de la voûte et la disposition si remarquable des cellules auditives rangées en spirale sur la papille sensorielle aussi soulevée et élastique, on avait admis que c'était à eux que la conduction des vibrations semblait dévolue.



— Paroi tympanique du ductus cochlearis [illegible] vue du côté de la scala vestibuli, après [illegible] membrane de Bernstein [illegible]

[illegible]

Hasse et d'autres anatomistes ayant démontré l'absence de ces fibres chez les oiseaux chanteurs entre autres, il fallut rejeter la fonction aux fibres radiées, avec Helmholtz.

Depuis lors plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la propagation à toute la tendue du clavier cochléaire des vibrations si nombreuses du liquide intralabyrinthique.

Pour ma part dès 1876 dans mes leçons … je pratique, je défends cette opinion que cette propagation se fait par les vibrations du liquide intérieur, intermédiaire obligé entre la platine de l'étrier qui les transmet et les organes membraneux du labyrinthe. A mon avis les vibrations du liquide circulent dans le vestibule, puis dans le canal cochléaire. Le courant ondulatoire passe sur la surface érigée des plateaux des cellules ciliées et des extrémités des cellules basilaires, qui sont mis en oscillation comme un champ de blé sous la pression du vent (Gellé, *Ét. d'otol.*, t. II).

Il se produit aussi une action directe du mouvement vibratoire sur la papille sensorielle; cette action fait en même temps onduler la *membrane élastique de Corti* sur les plateaux ciliés, ce qui augmente l'ébranlement et lui assure la continuité (*Études d'otologie*, t. II, et *Soc. B.*, 1876-80).

Je laisse à remarquer qu'il est loin d'en être de même quand on fait jouer ce rôle à la fibre radiale de la zone striée de la membrane basilaire qui n'a de rapport qu'avec le pied du pilier externe de la voûte de Corti, et même avec plusieurs d'entre eux.

On s'est demandé aussi jusqu'à quel point il était permis d'admettre cette conduction, cette excitation par la fibre radiale (théorie de Helmholtz), car celle-ci n'offre qu'une longueur de 1/20 de millimètre à la base de la cochlée et d'un demi-millimètre à son sommet; de sorte que la corde la plus élevée n'est que 12 fois plus longue que la plus rapprochée de la base.

Ces proportions ne paraissent pas en rapport avec l'étendue de l'échelle tonale qui a 11 octaves. On peut douter que ces cordes si petites puissent vibrer pour des longueurs d'ondes qui atteignent souvent 1 mètre et plus.

On s'étonne aussi qu'il ne soit point question de la membrane de Corti, dont les rapports intimes avec la papille sensorielle de Huschke indiquent l'importance.

En effet, au-dessus de la papille on voit flotter une formation membraneuse [illegible] élastique, qui s'étend parallèlement à la membrane basilaire au-dessus de la saillie papillaire : c'est la *membrane de Corti* attachée en dedans au-dessus de la protubérance de Huschke, lame spirale ; elle vient s'insérer en dehors au niveau des plateaux de cellules ciliées auditives de l'organe de Corti (fig. 60, [illegible]).

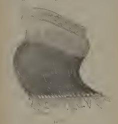


Fig. [illegible]

Sa structure [illegible] elle serait formée par la soudure des cils et [illegible] des cellules auditives (Cannieu, Coyne, [illegible]).

On trouve [illegible] dans le canal cochléaire placé entre les deux rampes vestibulaires et tympaniques pleines de liquide périlymphatique, au-dessus de la membrane basilaire résistante, la papille de Huschke avec les organes de Corti et les cellules à cils auditifs ; puis, au-dessus de celle-ci, flotte la membrane de Corti. Au-dessus, le canal cochléaire est clos par

la membrane de Reissner, très mince et plus délicate. L'endolymphe remplit les intervalles.

La membrane de Corti est donc jetée comme un pont entre la papille et la protubérance qui est son point fixe d'attache.

Comme le courant vibratoire arrive par la platine de l'étrier au liquide du vestibule, l'onde entre dans le limaçon par l'orifice de la rampe vestibulaire; c'est sur la membrane de Reissner et sur la membrane de Corti que les ondes se portent et que les ébranlements se propagent de la base du limaçon à son sommet, au-dessus et au contact de la papille. La membrane basilaire participe sans doute à ce mouvement, mais sa forte tension l'y expose bien moins.

Comment se fait l'excitation auditive ?

Il semble résulter de l'analyse à laquelle les auteurs se sont livrés que c'est, en définitive, une action d'ordre tactile qui a lieu au contact du courant ondulatoire et des cellules auditives ciliées. Les auteurs diffèrent dans l'explication qu'ils donnent du phénomène lui-même. Waldeyer, P. Meyer pensent que l'excitation auditive est finalement produite par les ébranlements des cils auditifs, auxquels ces deux anatomistes attribuent une rigidité particulière.

Je constate que la plupart des théories sont en réalité basées sur l'action des vibrations du liquide labyrinthique dans la propagation des excitations à l'organe de Corti, et je persiste à admettre que c'est ainsi que l'excitation se produit.

A.-B. Waller, Rutherford comparent la membrane basilaire à un tympan interne supportant la papille, les cellules ciliées spécifiques qui se trouvent excitées par les pressions qu'elles subissent dans les oscillations de la membrane de Corti (1891).

Cependant, d'après le trajet de l'onde qui vient du vestibule et s'engage dans la rampe vestibulaire, son effort agit tout d'abord sur la membrane de Reissner, si faible, mince pellicule; frappe la membrane de Corti, élastique, et par elle les cellules basilaires, les fibres de la papille, et il se trouve enfin borné ou épuisé sur la membrane basilaire, extrêmement résistante et tendue.

C'est là une progression naturelle, et qui montre l'organe sensible touché directement et sûrement. On n'a jamais compris autrement l'ultime conflit entre la vibration et la cellule auditive.

J'ai été très heureux de voir Bonnier conduit par ses études de morphologie à admettre ce rôle du liquide intralabyrinthique dans l'excitation de la papille sensorielle cochléaire (Th. Paris et *Physiol.* t. II, p. [illegible] et suiv.).

Mais Bonnier pousse l'analyse dans une autre voie. La lymphe est non pas le conducteur des vibrations, mais il se [illegible] avec la platine de l'étrier [illegible] oscillation totale. De plus il [illegible] à l'oreille [illegible] la théorie de Bonnier, dans les mouvements divers [illegible] par cette pression, l'origine des sensations des crêtes des ampoules : celles-ci sont ainsi les organes de l'orientation, les organes du sentiment des attitudes et des mouvements, et partant de leurs directions (théorie de cet auteur).

[illegible] sont [illegible] au sens de l'esprit [illegible] fonction [illegible]. Nous ne [illegible] rons [illegible] extraire de ce long travail les éléments qui nous servent à faire comprendre l'opinion de l'auteur sur la fonction auditive et sur l'excitation de la cellule [illegible] dans la cochlée. Elle marque un moment intéressant de l'histoire des variations des hypothèses sur l'audition.

L'[illegible] plus loin. Bonnier tout d'abord [illegible] la théorie des vibrations [illegible] qui remonte aux expériences de Hensen sur les mysis et qui [illegible] un rôle [illegible] dans la physiologie auriculaire (p. 93).

On sait que Hensen avait observé les trépidations des poils de la mysis sous l'influence des vibrations sonores et que Helmholtz en avait [illegible] les conséquences au point de vue du rôle des fibres radiales.

Bonnier se demande si l'audition est aussi simple, pourquoi il existe un appareil d'une telle complexité pour l'obtenir ?

Une simple saillie papillaire [illegible] avec un assortiment [illegible] de longueurs variées [illegible]. On sait que l'organe [illegible] compliqué [illegible] les hypothèses [illegible] comprendre [illegible].

Mais d'autre part [illegible] que [illegible] d'un côté [illegible] l'autre

développant les idées de Rochefort, Waller, Bayol sur les fonctions de la membrane basilaire identifiée avec celle du tympan dans la transmission, conclut que l'excitation des cellules auditives est le résultat des tiraillements opérés sur les cils auditifs par les oscillations de cette membrane basilaire (oscillations longitudinales et transversales, comparables à celles de la corde lumineuse dont parle Ewald, et qui, se mouvant par un bout, ondule en larges ondes de là vers l'extrémité opposée) qui, d'un bout à l'autre de la membrane, de la base au sommet du cône, provoquent des séries d'ondes, dont les changements de niveau expliquent les tiraillements successifs des cils des rangs de cellules. On sait que ces cils agglutinés font corps avec la membrane de Corti [illegible] (Coyne, Katz, etc.)

Ainsi l'ébranlement sonore réveille plus directement les vibrations par son influence sur les éléments de la papille cochléaire. L'inertie totale de l'appareil entre en jeu sous les sollicitations périodiques de cet ébranlement.

L'oscillation de l'appareil conducteur est totale d'un bloc et, ajoute l'auteur (p. 99), la vitesse et l'amplitude de cette oscillation totale dépassent de beaucoup celles de l'ébranlement moléculaire, qu'il n'admet pas, nous l'avons dit.

Dans le limaçon, cette oscillation totale se fait de la lymphe qui déprime la membrane de Reissner et la membrane basilaire ainsi que la papille. Or celle-ci contient les cellules à cils qui sont enchâssés dans la membrane de Corti ; à chaque mouvement des membranes, les cils sont donc *tiraillés* et ce tiraillement est le mode d'excitation des cellules auditives spécifiques.

La mesure de ce tiraillement est en rapport avec le niveau de l'onde de la membrane basilaire déprimée, puis redressée au passage du courant ; elle donne celle de l'intensité du son plus ou moins d'amplitude.

Les éléments cellulaires sont donc tous [illegible] mais l'onde qui passe déplace le point maximum de la courbe sans qu'il y ait cessation de continuité dans la succession des excitations des cellules contiguës ; ainsi se produit l'audition totale, celle du son continu et périodique.

La papille ne reçoit qu'un seul ébranlement à un moment donné, il résume tous ceux qui existent à ce moment ; les éléments basilaires ne décomposent point les sons comme les

résonnateurs de Helmholtz. L'auteur n'admet pas non plus la spécificité nerveuse admise par celui-ci : c'est la forme de l'ébranlement, résultat de la composition variable en éléments additionnés ou simultanés, qui différencie suffisamment les sensations éprouvées. Nous avons vu ici à propos du timbre que la figure de la période sur le phonographe change avec la tonalité et suivant le timbre des sons. Le mode des excitations remplacerait la spécificité du nerf telle que Helmholtz l'entend.

L'intensité ou le timbre sont sous la dépendance des différences de phase et des interférences, mais la périodicité n'en est pas altérée, car elle est due à l'ébranlement périodique d'un même élément sensoriel.

Il ne saurait être question de résumer ce long travail et d'exposer aussi clairement que possible la théorie très travaillée mais ailleurs très méditée de Bonnier. Je crois en avoir donné une idée suffisante pour que le lecteur soit curieux d'en lire le développement dans le traité même de l'auteur (*Physiologie*, p. 470 à 115).

Nous avons dit aux chapitres de l'intensité et du timbre les sons guidé par l'examen des tracés phonographiques et par l'observation des sourds pourquoi nous admettions la transmission des vibrations moléculaires. D'autre part, Bonnier nie qu'il existe des régions déterminées d'une surface sensorielle destinées à des perceptions toujours les mêmes. Cela ne s'est vu dans le fonctionnement d'aucun de nos organes des sens.

Il se refuse à admettre qu'une tonalité soit recueillie par un appareil accordé de tous temps à son intonation et capable de guider la corde pendant toute la vie (théorie de Helmholtz, p. [illegible]).

Peut-on nier cependant la spécificité des nerfs sensoriels ? L'audition tonale n'est-elle pas l'œuvre du nerf et des foyers de l'acoustique ? Ceux-ci détruits, ne voit-on pas la fonction disparaître ?

L'excitation organique traumatique expérimentale quelconque du nerf auditif n'éveille-t-elle pas la sensation sonore ? Et les sourds de naissance n'ignorent-ils pas le son ?

Sans doute la spécificité de la sensibilité [illegible] acoustique existe, mais la sensation sonore est un complexe, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

dont en rapport avec le nombre, les qualités et l'intensité des excitations partielles recueillies par l'appareil périphérique.

En définitive, c'est dans le cerveau, dans les centres nerveux auditifs et dans les centres d'association que se forment les sensations distinctes ou, mieux, les distinctions entre les sensations.

Depuis, dans un travail tout récent, un auteur anglais, Hurst (F.), a publié dans le volume IX des *Transactions Soc. Biol.* Liverpool 1895, une théorie nouvelle ou des interprétations différentes des notions acquises, dont Bonnier a fait la critique (p. 197, *l. c.*). Dans la transmission auriculaire, Hurst n'admet pas, pas plus que nous, la seule transmission en masse, ... de la transmission moléculaire de l'écoulement.

On se rappelle que nous avons dit et montré au moyen des tracés du phonographe que l'expérience donne raison à cette interprétation et que la clinique (surdité de l'étrier) confirme cette opinion, à savoir que la transmission moléculaire existe.

D'autre part, Hurst admet le rôle tympanique de la membrane basilaire, elle vibre comme le tympan et synchroniquement avec lui, mais il veut que l'onde gagne en amplitude et en vitesse de la base au sommet du limaçon.

M. Bonnier, je l'ai dit, ne croit pas qu'une région quelconque de la papille cochléaire ait une attribution tonale distincte et permanente, ainsi que le veut Hurst (tonalités aiguës en bas du limaçon, graves en haut). On ne peut soutenir en effet, pour l'élément psychique, semblable à l'élément sensoriel, que l'attribution est indispensable à ses distinctions tonales et autres, et à leur reconnaissance.

Expériences de Gellé sur le limaçon, la cochlée est l'organe des sensations sonores par excellence. Le nerf cochléaire n'est pas excito-moteur (1). — Au limaçon, au contraire, le nerf cochléaire part de la ... que le limaçon est l'organe de l'audition par excellence, et son système nerveux est l'un spécialement et exclusivement sensible aux excitations vibratoires périodiques ou non, multiples, simultanées ou successives qui assiègent la coupe vestibulaire et frappent la papille sensorielle étalée en hélice de la base au sommet du canal cochléaire.

(1) V. t. III, *Études otologiques*.

Il faut donc, d'après ces notions, abandonner la théorie du « vertige auditif » telle que l'avaient émise Brown Séquard et Vulpian. La cochlée est un organe exclusivement sensoriel.

Le vertige peut naître des sensations auditives, mais il est alors cérébral et non labyrinthique (fatigue, émotivité, affaiblissement).

Cependant la maladie attaque parfois simultanément tous les modes de sensibilité et tout l'organe de l'ouïe : centres et périphérie (grippe, otites).

On savait en pathologie depuis longtemps que le limaçon peut être éliminé par la maladie et sa fonction détruite par conséquent, sans que la surdité soit absolue. Des observateurs nombreux et de premier ordre ont pu constater ces faits (Moos, Lucae, Politzer, Schwartze, etc.

Le limaçon apparu tard dans la série zoologique n'est donc pas un organe indispensable ; c'est un perfectionnement. Il répond à une audition plus délicate, plus complexe, en rapport avec le développement cérébral plus avancé des animaux.

La différenciation capitale des deux nerfs vestibulaire et cochléaire se montre ainsi en pleine lumière par l'expérimentation et la dualité de l'acoustique est par là rendue évidente.

Il est clair que, bien que réunis dans une même cavité, les canaux et la cochlée possèdent et conduisent des modes d'excitation différents à des foyers sensoriels distincts.

Résumé des fonctions du labyrinthe. — Un coup d'œil d'ensemble sur les fonctions du labyrinthe résumera cette discussion complexe.

Le mouvement vibratoire envahit le vestibule venant de la base de l'étrier ; de là, par la périlymphe, il se dirige sur les vésicules : utricule et saccule sont frappés et fournissent une première excitation sensorielle et une première excitation motrice et en même temps le sentiment de la tension accrue et de la pression exercée sur l'étrier.

Puis l'onde s'étale du côté des ampoules des canaux semi-circulaires et les traverse ; chacune d'elles est le point de départ d'un autre mode de sensation, mais surtout d'excitations motrices connues, sans doute aussi y a-t-il là des associations binauriculaires obtenues. L'impression perçue à droite

sert de vis pour l'oreille gauche qui s'adapte simultanément. De plus l'orientation exige les mouvements de rotation de la tête et l'action synergique des yeux se trouverait gênée sans l'excitation simultanée des mouvements de compensation des globes oculaires, etc.

C'est encore des ampoules que partent les sensations qui déterminent ces actes réflexes. De même quand la tension intralabyrinthique s'accentue, la sensation éprouvée détermine l'action des muscles tympaniques, des frénateurs, et en même temps celle des péristaphylins externes qui ouvrent les trompes.

Quand l'excitation est trop forte, trop longue, douloureuse, l'individu fait des mouvements instinctifs pour l'éviter, et son appareil auditif se dispose pour y résister. L'axe auditif est tourné instinctivement à l'opposé et les *zones silencieuses* (région postérieure de la tête) sont portées du côté du bruit nuisible.

C'est le labyrinthe qui ces actes spontanés et non voulus tout d'abord sont provoqués.

Les canaux ont encore des rapports avec les centres cérébraux et des connexions avec les foyers réflexes moteurs, sensitifs et viscéraux. Ainsi des hallucinations peuvent naître de ces parties du labyrinthe par les irritations pathologiques (aura, vertige).

Le labyrinthe fournit la sensation de l'orientation latérale du courant sonore.

La comparaison des deux sensations latérales donne la direction et les mouvements d'adaptation, de recherche en marquent le sens.

En même temps l'onde se propage du côté du limaçon par la rampe vestibulaire. Le courant vibratoire heurte les pressions de liquide agissent sur les délicates papilles en hélice qui oscillent et sur lesquelles oscille aussi la membrane de Corti qui donne de la douceur, de la continuité à la transmission vibratoire.

C'est ainsi que la sensation auditive a lieu et d'après l'étendue du clavier formé par les organes de Corti chargés de leurs quatre rangées de cellules on peut apprécier l'énorme quantité de points sensibles que les vibrations sollicitent, et les innombrables contacts qui s'opèrent au passage des

ondes vibrantes de la base au sommet de la cochlée.

Le limaçon par cette disposition et la multiplicité des fibres excitées est bien l'instrument par excellence de l'analyse des sons complexes associés simultanés périodiques ou non ; c'est là que le timbre et la tonalité prennent naissance par la fusion et la combinaison des éléments primaires des vibrations élémentaires ou partielles.

Aller plus loin dans l'explication et dans l'interprétation est périlleux, bien que très intéressant. La science de la morphogénie et l'expérimentation qui ont conduit aux théories si nombreuses que nous avons exposées ne doivent-elles pas aussi nous rendre circonspects dans nos conclusions.

L'audition n'est-elle pas évidente avant l'apparition des organes dits de perfectionnement (canaux et cochlée) et ne voit-on pas avec quelque étonnement les cétacés, par exemple, dotés d'un limaçon énorme, tandis qu'ils possèdent des canaux semi-circulaires très réduits. Le cachalot, quelle audition [illegible] les sons si le limaçon n'a que cette fonction ?

Et pourquoi cet animal plongeur, plonge, se dirige et se reconnaît en tout sens dans la mer s'il est si peu pourvu de ces organes auxquels on attribue une fonction aussi importante que celle de l'équilibration et de l'excitation des mouvements et la notion des attitudes ?

Il y a des suppléances, répond-on. Mais n'est-ce pas le sens musculaire ou mieux la sensation des contractions qui est la source des notions de direction comme des efforts ; et n'est-ce pas plutôt à cette masse musculaire que devrait revenir le pouvoir de fournir les sensations d'orientation et de direction.

Ces oppositions sont assez troublantes : ne sait-on pas que les oiseaux même chanteurs n'ont qu'un vestige de limaçon ?

C'est chez les batraciens qu'il apparaît dans la série animale ; il est très développé chez les mammifères, un quart de tour.

Le cobaye n'offre-t-il pas un limaçon avec de multiples spires et des mieux construits pourquoi ? Le [illegible] de l'animal n'est-il pas toujours le même, etc. ? Comme organe de la musique il est magnifiquement développé. Mais c'est aussi

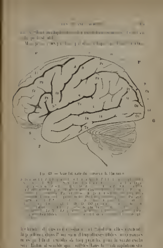


Fig. 63. — Vue latérale du cerveau de l'homme.

les limites de nos connaissances [illegible] qu'elles devraient la place dans l'ensemble d'hypothèses utiles, nécessaires mais qu'il faut [illegible] de trop prendre pour la vérité exclusive. Enfin il semble que [illegible] dans la contemplation [illegible]

dineuse de l'organe périphérique. Les auteurs oublient que tous les mammifères ont une organisation auriculaire et labyrinthique presque identique et que seul l'homme possède la parole et a créé la musique. En définitive, c'est avec le cerveau que l'on entend et le cerveau de l'homme entend autre chose et autrement que celui des animaux avec des appareils bien peu différents des leurs.

L'homme cherche constamment d'instinct, à plus forte raison s'il est instruit, à distinguer la signification du bruit perçu, à reconnaître l'idée qui représente le son, la voyelle, la syllabe, le mot ; le mot tour à tour effet et semence de l'idée.

Dire avec certains auteurs que le limaçon est l'organe de la musique, c'est énoncer un faux jugement ; c'est par le cerveau que l'on devient musicien, et c'est grâce à l'immense clavier du limaçon que l'on peut percevoir la multitude des sons qui, assemblés, coordonnés, combinés, donnent les sensations musicales.

§ VII. — NERF AUDITIF OU ACOUSTIQUE, SES DEUX BRANCHES VESTIBULAIRE ET COCHLÉAIRE. — SES ORIGINES. CENTRE SENSORIEL AUDITIF ET CENTRES RÉFLEXES AUDITIFS.

Nerf acoustique, origines labyrinthiques. — Nous avons montré dans l'oreille interne la cellule auditive ciliée éprouvant les chocs ou les tiraillements causés par les ébranlements du liquide labyrinthique ; il nous faut actuellement dire comment elle conduit aux nerfs spéciaux l'excitation reçue.

Quels rapports existent entre le système nerveux central et les appareils terminaux de l'organe de l'ouïe, crêtes, papilles, macules et taches auditives ? Quels sont les conducteurs de l'excitation labyrinthique ?

La cellule fusiforme, la cellule à cils, se prolonge du côté de sa base en filets noueux qui se perdent dans les plexus formés autour des rangées de cellules par les dernières divisions de l'acoustique.

Ces fibres sans myéline traversent les trous de la lame per-

[illegible] rameaux [illegible] cellules nerveuses de [illegible]. Ces filets arrivent à la base des cellules [illegible] divisions les entourent (fig. [illegible]).

[illegible] se fait [illegible] nerveux [illegible] cellu[illegible].

[illegible] que les [illegible] laine [illegible].

De ces plexus nerveux primaires [illegible] des fibres qui [illegible] les trous de la lame [illegible] se logent dans la lame spirale se réunissent [illegible] et se jettent dans le ganglion de Corti ou ganglion spiral, formé d'un amas énorme de cellules bipolaires inclus dans la lame spirale (fig. [illegible]).

Au sortir de cette masse ganglionnaire, les [illegible] se entre-croisent et traversent les trous os[illegible] [illegible] ils forment le nerf cochléaire qui s'unit dans le conduit auditif interne au nerf vestibulaire pour constituer le gros tronc de l'auditif. Ce tronc contient des amas de cellules ganglionnaires (ganglion de Scarpa) [illegible] nerf vestibulaire.

L'*auditif* forme une sorte de gouttière qui reçoit le *nerf facial*; entre les deux nerfs, les filets anastomotiques du *nerf* [illegible] se jeter dans le ganglion géniculé et

Fig. [illegible]. — Schéma [illegible] les relations des tubercules quadrijumeaux avec les corps genouillés.

[illegible]

finissent aux fibres de l'anastomose du nerf tympano-moteur de Longet).

L'acoustique offre comme les nerfs rachidiens deux racines, l'antérieure répond à l'équilibration par le mouvement et la postérieure répond à la sensibilité. L'analogie est complète avec une paire rachidienne.

La branche vestibulaire et la branche cochléaire restent distinctes histologiquement par la différence des fibres minces et grêles pour celle-ci et volumineuses pour celle-là.

Les *origines centrales de l'acoustique* accentuent encore la différenciation entre le nerf cochléaire et le nerf vestibulaire, montrant que le premier a surtout ses relations principales avec les tubercules quadrijumeaux et le second avec le cervelet.

Sans entrer dans le détail de ces fines descriptions anatomiques qui, vu leur intérêt, ne peuvent être négligées, nous insisterons sur ces origines, établies les meilleures acquises par les récents travaux de M. Duval, Ramon, Hotessay, Bechterew, Edinger, Monakow, Meynert, Huguenin, Flatzky, Golgi, Held, etc., qui éclairent le fonctionnement de l'organe de l'ouïe et précisent ses rapports. Pour bien les saisir je donne la planche dessinée par Testut (p. 185, *Anatomie*) qui est excellente (fig. 16).

Le nerf vestibulaire. — Le nerf vestibulaire formé de la réunion des nerfs ampullaires, utriculaire et sacculaire se jette dans plusieurs noyaux qui le mettent en rapports soit avec les noyaux voisins, soit avec ceux du côté opposé.

Le noyau interne, celui de Deiters, celui de Bechterew mettent la racine antérieure du nerf vestibulaire en rapport avec le vermis supérieur du cervelet et le noyau du toit du côté opposé du vermis. Les fibres, par le pédoncule cérébelleux supérieur, se livrent jusqu'au *lobe pariétal* (pariétale ascendante) dans les circonvolutions dites psychomotrices et sphère tactile.

Ainsi la plus grande partie des fibres se rend au cervelet presque directement (centre des mouvements réflexes coordonnés) et les autres à la pariétale ascendante (centre des mouvements volontaires).

Des mêmes noyaux partent des fibres d'association avec le noyau de l'oculo-moteur externe : réflexe labyrinthique sur les mouvements de l'œil.

nées du labyrinthe et de l'oreille moyenne (diplopie, nystagmus, strabisme, dilatation ou contraction pupillaire, etc.)

Le nerf cochléaire. — Le nerf cochléaire se jette dans le noyau antérieur presque en entier et dans le tubercule acoustique par ses fibres externes. Quelques unes se dirigent vers la région pariétale opposée. La plus grande partie des fibres cochléaires se portent vers l'écorce temporale opposée, première temporale, surtout celles du tubercule acoustique, d'autres se rendent dans le tubercule quadrijumeau postérieur, d'où elles divergent vers la couche optique, le corps genouillé interne et arrivent ensuite à l'écorce temporale.

Chez le fœtus, Held a signalé la seule voie acoustique directe constante (*Dict. physiol.* Richet, p. 839) dans un faisceau tout le. Elles se myélinisent avant celles de la première temporale même.

Quelques fibres se portent vers l'olive supérieure du même côté et d'autres vers celle du côté opposé. Kolliker admet un faisceau anatomique avec le noyau du facial en ce point.

Par l'olive supérieure un important rapport s'établit avec le noyau de l'oculo-moteur externe (réflexes oculaires) et avec le faisceau longitudinal postérieur qui met en jeu tous les mouvements des yeux.

En résumé le nerf cochléaire est plutôt cérébral tandis que le nerf vestibulaire est surtout cérébelleux par les origines centrales. L'audition est donc l'ensemble des représentations du cerveau temporal (Wernicke).

Certains réflexes prennent leur origine dans les sensations auditives agréables ou désagréables, soit innées ou non, soit pour les suivre dans leurs déplacements, soit pour les fuir si elles sont blessantes (réflexes innés de Flechsig, réflexes de défense, *loc. cit.*).

Parmi ces réflexes, ceux qui servent à l'adaptation de l'organe sont à mentionner : les voies centrifuges ou actives du réflexe sont le nerf de Wrisberg et le facial pour les moteurs tympaniques, les plexus glosso-pharyngiens, pneumo-gastriques pour la déglutition, la respiration, le spinal enfin pour les mouvements de rotation de la tête, mais le centre des mouvements volontaires est la région des circonvolutions pariétales, centres d'association qui commandent tous les actes psycho-moteurs. Nous avons vu que les noyaux d'origine des

nerfs cochléaires et vestibulaires offrent des connexions avec ces territoires et foyers principaux.

Centre acoustique, centre de l'audition de la parole. Surdité psychique. Surdité verbale. Amnésie acoustique. — Dans les paragraphes précédents, nous avons successivement fait connaître les organes de la sensation et l'appareil chargé de la percevoir. L'excitation a franchi les parties de l'oreille interne qui servent à la récolte des ébranlements du dehors ; la voici parvenue au système nerveux sensoriel, où elle devient sensation sonore, son.

Nous avons exposé les divers foyers des centres nerveux qui contribuent à la fonction de l'ouïe et les nerfs qui donnent à l'oreille sensibilité et mouvements.

Notre analyse a montré les rapports de ces foyers auditifs entre eux et avec les centres voisins, et leur association dans la perception.

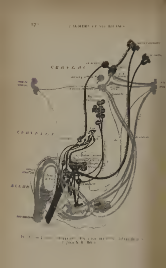
Nous avons dit que la sensation auditive naît de l'excitation transmise à l'écorce cérébrale au niveau de la première temporale et jusqu'au gyrus transverse antérieur caché dans la scissure sylvienne, et que la région pariétale (pariétale ascendante, zone psycho-motrice) est le point de départ des mouvements volontaires nécessités par l'audition.

Du reste, le développement des centres acoustiques va de pair avec celui de la région temporale et des corps genouillés internes (Obs. de Monakow).

Si l'on examine les circonvolutions cérébrales d'un fœtus à terme, on reconnaît que, à la naissance, ce sont les nerfs sensitifs qui se développent tout d'abord, c'est-à-dire les filets nerveux qui unissent à l'écorce cérébrale à la fois les organes des sens et les organes de perception interne. Flechsig (p. 62, *Étude sur le cerveau*, traduct. Levi, et plus loin p. 64).

L'étude du développement de ces nerfs montre qu'il est inégal pour chacun d'eux et successif. Ce sont les nerfs qui président aux sensations organiques (sensibilité générale) et aux sensations tactiles qui se rendent les premiers à l'écorce cérébrale ; autrement dit, les premières impressions que reçoit le cerveau sont des sensations organiques, et, en conséquence, la connaissance du corps précède celle du monde extérieur.

Après ces nerfs de sensibilité tactile et générale, on voit



[illegible] d'après le Dr Bonn[illegible]

successivement les nerfs de l'odorat, de la vision, atteindre le cerveau (J. Soury, Cerveau, *Dict. physiol.* Richet, vol. II.)

Enfin, c'est au tour des nerfs de l'audition d'arriver à maturité. Cependant le développement n'est complet que pour la partie qui est en rapport avec le limaçon. Quant aux ramifications du nerf auditif situées dans la moelle allongée et le cerveau moyen, elles sont pourvues de myéline longtemps avant le nerf optique même.

D'après Flechsig (*Neurol. Centralbl.*, 1897, 290) l'aire du nerf acoustique comprend la partie postérieure de T¹ et la partie voisine de cette circonvolution qui concourt à former l'opercule inférieur de la scissure de Sylvius. Le lobe temporal est le territoire cortical de projection des impressions auditives et la sphère auditive cérébrale est la projection de la surface sensible de l'organe de Corti dans l'oreille interne (Vereike). Elle seule peut percevoir les sensations acoustiques.

Mais ainsi que Tamburini l'a établi le premier, tous les centres sensitifs sont des centres mixtes ou sensitivo-moteurs et il y a autant de centres moteurs qu'il existe d'aires sensorielles et sensitives.

Il n'existe point de zone motrice circonscrite, telle est la notion scientifique actuelle. L'excitation sonore éveille ainsi des actes moteurs (excitation sensori-motrice) du côté opposé et la destruction de cette sphère sensitive médiane entraîne l'hémianesthésie et l'hémiplégie du côté opposé.

D'autre part, la destruction bilatérale (morbide ou expérimentale) du gyrus transverse antérieur du lobe temporal cause la surdité complète (Flechsig, *loc. cit.*, p. 89.)

C'est un fait clinique d'observation courante que l'hémianesthésie est bien plus intense à la suite de lésions destructives (hémorragie) du tiers postérieur de la capsule interne qu'après une lésion de même nature du territoire cortical de projection du faisceau sensitif.

Nothnagel et plusieurs cliniciens admettent la persistance des souvenirs et des images d'un sens dont les centres corticaux auraient été détruits sur les deux hémisphères. Van Gehuchten pense que finalement l'individu ainsi affecté perdrait tous les signes qui traduisent ses sensations internes et la pensée, et que l'absence de toute excitation empêcherait le réveil, dans les neurones d'association, de ces « traces » laissées

par les perceptions antérieures, condition même de la vie intellectuelle et morale (J. Soury, *Dict. phys.*, p. 817).

C'est en me fondant sur la persistance de ces « traces » que j'ai cru à la possibilité, quand la perte n'est pas totale, de réveiller les fonctions psychiques et les sensations acoustiques.

On sait aussi que Kölliker, avec Meynert, après Flechsig, soutient que, quelles que soient leurs formes, les cellules nerveuses ont toutes essentiellement la même fonction (Gewebelehre 6te Aufl. II, 809).

Mais le rôle physiologique des neurones (1) est différent et peut-être leurs formes aussi suivant les rapports qu'ils ont avec les organes périphériques en conflit avec les forces variées du monde extérieur ; il y a une spécialisation acquise au moins.

Toutefois l'opinion de Kölliker élargit grandement l'horizon. Flechsig cependant en appelle à de nouvelles études des différences suivant les régions de l'écorce dans la structure et la forme des cellules nerveuses ; déjà l'action élective de certains poisons pour certaines espèces de neurones (Nissl) fait entrevoir qu'il existe des éléments nerveux spéciaux pour chaque sphère sensorielle (Flechsig, *loc. cit.* ; J. Soury, *loc. cit.*).

Les centres auditifs sont reliés entre eux et aux autres foyers et à tous les organes par les *fibres d'association* centripètes et centrifuges qui se développent après la naissance. Tous les systèmes de fibres émanées des centres sensoriels se rencontrent et se mêlent dans ces centres d'association qui unissent les aires corticales de sensibilité.

Leur développement graduel est en relation avec la complexité et l'étendue des adaptations fonctionnelles nécessitées par les contacts divers et l'influence du milieu. Leur masse est en rapport avec le degré des fonctions d'innervation supérieure ou de l'intelligence. Le centre cortical de projection des impressions auditives est le siège des images et de la mémoire, mais c'est dans les centres d'associations au moyen des fibres d'associations transcorticales que l'intelligence des choses

(1) Ce sont les neurones périphériques qui se développent les premiers bien avant les neurones de la substance corticale (Flechsig, *Le Cerveau*, trad. Lévy, p. 64).

entendues a lieu ; c'est là un phénomène complexe qui résulte de l'association des images multiples et diverses d'origine, et d'où naît la notion des objets concrets. L'association des idées, la compréhension[1].

L'intelligence des mots, des sons, des images auditives n'est pas localisée dans le centre de projection, mais résulte des associations nombreuses établies par les fibres commissurales.

De toutes les lésions unilatérales, il résulte en premier lieu que c'est seulement à *gauche* que se manifestent régulièrement les symptômes indiquant une lésion des centres d'association bornée à un seul côté ; il n'en est ainsi que pour le centre moyen et le postérieur.

Toute lésion bilatérale, au contraire, entraîne régulièrement sans exception, les troubles profonds de l'intellect pouvant aller jusqu'à l'imbécillité (incohérence) (Flechsig, *loc. cit.*, p. 87.)

« Les lésions partielles du centre postérieur abolissent soit totalement, soit partiellement la faculté, d'une part, de lier des idées aux signes du langage, d'autre part la faculté d'unir des mots écrits ou parlés aux idées qui leur correspondent. » (*Id.*, p. 88.)

Dejerine vient de publier (*Bull. Soc. Biolog.*, 18 déc. 1898) un cas de *surdité verbale pure* sous-corticale de Lichtheim terminée par aphasie sensorielle.

La malade était dans l'impossibilité complète de comprendre la parole parlée et la musique depuis quatre ans ; impossibilité aussi d'écrire sous la dictée ; peu à peu l'ouïe s'altéra et l'intelligence graduellement. On constata une atrophie des deux lobes temporaux (microgyrie) s'étendant jusqu'au *gyrus supra marginalis*, poliencéphalite englobant les fibres de projection et d'association, atrophie des cellules et des plexus des différentes couches de l'écorce avec sclérose névroglique peu accusée.

Ainsi les premiers signes de la lésion furent la perte de la compréhension de la parole et de la musique ; c'est beaucoup plus tardivement que l'audition des bruits simples diminua peu à peu et se perdit.

1. Flechsig [illegible] a prouvé que ces centres se perfectionnent et s'étendent progressivement des singes à l'homme (sphère des associations d'idées) [illegible] le lobe pariétal est plus volumineux chez les hommes les plus intelligents.

Une observation récente du Dr Lamarchia (*Morgagni*, déc. 1897) montre que la lésion, cause de la surdité verbale et de l'aphasie motrice, peut dépasser la première temporale et siéger sur la T². Le rôle des fibres d'association est donc très évident.

Grâce à ces rapports et à ces connexions on conçoit que l'unité psychique naisse de leur intimité et de leur complexité mêmes.

Cette union explique aussi les excitations réciproques des foyers de sensibilité et les réveils d'images de souvenirs comme par ricochet. L'action de la sensibilité générale s'ajoute encore à toutes ces stimulations (1).

Notons dès à présent et déjà que dans les lésions unilatérales au niveau de l'aire pariéto-occipito temporale du grand centre d'association postérieur à gauche, chez les droitiers, on observe surtout des troubles ou l'abolition des signes phonétiques ou graphiques du langage. Il résulte des observations suivies de nécropsie que la lésion du territoire cortical, où se rencontrent les circonvolutions O¹ et T¹, détermine de l'*alexie*, le malade voit nettement les mots écrits et n'y associe plus l'image tonale, il n'unit plus les images visuelles avec les mots (cécité psychique de Munch).

Dans le cas de lésion ou de destruction du *gyrus supra marginalis* et de la partie limitrophe de T¹, on observe de la *surdité verbale*, les mots entendus et pouvant être répétés ne sont plus compris du sujet (aphasie sensorielle transcorticale, aperceptive de Flechsig) (*loc. cit.*).

Dans l'aphasie sensorielle de Wernike qui résulte de la lésion de l'écorce du *centre même de projection* de l'audition (centre de l'audition) sphère auditive gauche chez les droitiers, droite chez les gauchers (Nannyu), ce qui est perdu ce n'est pas l'image tonale du mot, c'est la capacité de les distinguer dans l'ordre de leur succession, de discerner les intervalles des syllabes, des mots, les rythmes de la musique, les sons successifs, etc. C'est un chaos de sons qui le sujet perçoit ; mais il peut prononcer malgré cela un grand nombre de mots ; les images tonales sont conservées, le sens des mots est perdu.

(1) Le chien décérébré de Goltz réagissait aux excitations sonores par des mouvements sans doute par les réflexes innés de défense.

La lésion des centres d'association atteint l'audition plus gravement. Car la sphère auditive étant intacte, si les territoires corticaux qui l'entourent sont détruits (cas de Heubner), le malade est frappé d'*aphasie sensorielle* transcorticale (Wernicke, Lichteim) : les images tonales sont perdues ou leur rappel très désordonné (paraphasie verbale, dyslogie de Séglas). Les patients disent encore quelques mots, les répètent quand on les leur dit, mais leur sons et leur signification ne sont plus éveillés par le son (surdité aperceptive de Flechsig, dysphasie de Séglas) : c'est l'association qui est rompue.

Cependant, en général, centres et parties limitrophes sont détruits ensemble, la surdité verbale est complète. Il est visible que la destruction des fibres d'association altère bien davantage l'audition des mots : les impressions auditives projetées sur les centres corticaux s'évanouissent aussitôt en pareil cas.

Les lésions du grand centre d'association postérieur déterminent une *surdité aperceptive*, c'est-à-dire une anesthésie psychique d'où les troubles dans les images et signes du langage, l'incohérence due à l'affaiblissement de l'énergie représentative des images acoustiques.

La perception peut être intacte, mais n'est plus reliée aux images ou à de rares images seulement, et ces synthèses mentales ne se forment plus (p. 853, art. Cerveau, *Dict. phys. Richet*).

Concluons que le lobe pariéto-occipito-temporal, avec ses centres sensoriels et ses masses de fibres d'association, est le siège des signes innombrables du langage humain articulé, et aussi de l'audition.

C'est donc un des centres principaux de l'intelligence, de la sensibilité et des mouvements. D'après cela, on voit que dans les centres d'association, la *mémoire* auditive se localise et se vivifie : nos pensées sont des associations d'images.

Grâce à ces ressources innombrables, à ces connexions, les fonctions psychiques d'autre part ne sont pas localisables, et des lésions cérébrales peuvent produire la surdité verbale sans atteindre la pensée, l'intelligence, l'association des idées, la reviviscence des images, le jugement ni la volonté.

Dans le cerveau, l'acte réflexe apparaît plus compliqué parce que le réseau des neurones psychiques s'interpose entre

les neurones sensitifs et les neurones moteurs; dans le réflexe simple l'excitation sans intermédiaire provoque le mouvement (In Gervoux, *Dict. physiol.*, p. 863 Pilon).

La rapidité du réflexe simple est des plus importantes au point de vue de la protection et de l'adaptation de l'oreille.

Vitesse de la perception acoustique. Durée de réaction à une excitation acoustique simple. — Les travaux de Donders (1868), puis ceux d'Exner (1873), de Kries et Auerbach (1879), les études des psychologistes allemands de l'école de Wundt, enfin les nouveaux résultats obtenus par ses élèves (1890-96), avec des méthodes précises et perfectionnées, ont porté au plus haut point la notion scientifique des processus psychiques et ont créé une nouvelle psychologie expérimentale. L'œuvre de Donders est fondamentale, dit le Dr Bichel (p. 10, *loc. cit.*), auquel nous empruntons les documents de l'analyse suivante des phénomènes acoustiques qu'il expose avec une excellente méthode.

La technique expérimentale a été perfectionnée par Wundt, Hirsch, Bloch (1883), Bichel, etc.

Le temps de réaction sous l'influence d'une excitation sensorielle acoustique a pu être mesuré et permet de calculer la durée des diverses opérations psychiques qui accomplissent une perception.

Les instruments donnent des durées de millièmes de seconde (σ). La durée d'une réponse à une excitation acoustique (par un mouvement du doigt sur un signal) a été enregistrée par divers expérimentateurs et les résultats, bien qu'un peu différents, sont très analogues en moyenne.

Ces instruments précisent la durée de réaction par l'excitation acoustique égale à n millièmes de seconde (σ): Wundt 167, Hirsch 131, Auerbach 122, Donders 180, Buccola 150, Exner 136, etc.

En moyenne, la durée de réaction = 148 en chiffres ronds 150. La durée de la réaction pour l'excitation optique est de 191 et pour l'excitation tactile de 152.

Cependant on doit savoir que ces données n'ont rien d'absolu : les écarts en effet sont parfois énormes, et il y a intérêt à admettre plutôt les réactions rapides comme approchant davantage de la vérité. Aussi Beaunis aurait trouvé 106, Dolley et Cattell 108 pour la réaction du toucher, et Swift (1892

100 pour l'acoustique. Richet, nous l'avons dit, admet 150 comme moyenne.

Le chiffre 100 s'obtient sans doute, par suite de l'influence de la répétition des épreuves, de l'habitude, de l'exercice qui rendent assurément les réponses plus rapides ; c'est l'effet de l'éducation toujours intéressant à constater.

Dans ces conditions, le chiffre 100 est acceptable, ce qui réduirait à 1/10 de seconde la durée de la réaction motrice qui succède à une excitation acoustique.

En se basant sur le chiffre de 150, moyenne des données des divers auteurs, on peut analyser le phénomène et les actes multiples qui le préparent et l'exécutent. Une grande part doit être faite aux hypothèses dans ces délicates recherches ; cependant on arrive à des conclusions approximatives très curieuses et fort intéressantes.

Le temps de 150 se divise en deux parts : l'une prise par les conductions et transmissions nerveuses nécessaires, phénomènes physiologiques proprement dits ; l'autre, par les phénomènes psycho-physiologiques proprement dits. Les deux divisions sont à peu près égales, 75 chacune de durée.

Ainsi les processus psychologiques durent 75 ; en détail, quant le temps de transmission dans le cerveau, la moelle, les muscles, etc., on trouve 25 comme temps perdu dans les nerfs.

Donc l'opération psycho-physiologique transformant un sentiment en volition prend un temps de 50, c'est-à-dire un demi-dixième de seconde. (Richet, *loc. cit.*)

On comprend que le temps de réaction offre de grandes différences individuelles ; c'est ce qui a été appelé par les astronomes *l'équation personnelle*, car elle existe dans les opérations visuelles comme pour les acoustiques.

L'intelligence, sa variabilité, l'habitude, l'exercice, l'état affectif, etc., modifient du tout au tout les résultats dans l'étude de phénomènes aussi délicats et si rapides.

Aussi n'a-t-on là que des approximations ; on ne saisit mieux les rapports entre les divers actes et les phases de la perception par ces termes de comparaison, quelque peu sûrs qu'ils soient.

D'après Charles Henry (1) qui a étudié récemment le rapport

(1) *Revue scientifique*, [illegible] fév. 1898.

entre la sensation et l'excitation. Après Weber et Fechner, après Hering, Delbœuf, Aubert, Helmholtz, la loi psycho-physique se résume ainsi : 1° Les temps nécessaires à l'établissement de la sensation complète varient en raison inverse de l'excitation, dans des limites d'ailleurs restreintes, fixées par le tempérament et les dispositions actuelles du sujet. 2° L'accroissement de sensation dû à un accroissement très petit de l'excitation est considérable. D'où *il suit que les excitations inconscientes ont une action importante sur la sensibilité de l'individu*. 3° Chaque sensibilité est double, positive et négative. — Ces conclusions conduisent à accorder une grande importance au domaine de l'inconscient. De plus, la loi de Fechner est infirmée : la sensation n'est pas proportionnelle au logarithme de l'excitation.

L'influence de l'intensité de l'excitation sur la durée de la réaction est des plus nettes, mais je ferai remarquer les limites très bornées des expérimentations dans cette voie. Si l'intensité de l'excitation est en effet une condition fondamentale de la perception, il y a chez l'homme bien d'autres éléments de la sensation à considérer, à tel point que l'intensité peut nuire à la netteté de l'impression, à la distinction des sons, à l'analyse acoustique et par suite empêcher la fonction auditive, nous y avons insisté déjà. Quand l'ouïe est affaiblie, ces conditions se réalisent à chaque instant.

Craignons d'envisager trop le phénomène, d'oublier le sujet qui le perçoit, qui le crée, pour mieux dire.

CHAPITRE III

LA SENSATION AUDITIVE

Temps d'hésitation, action de l'intensité du son, hyperesthésie du sens de l'ouïe ou d'une oreille. — Quand un bruit frappe l'oreille, l'attention s'éveille tout d'abord. L'animal dresse la tête, tend l'oreille, en tourne l'orifice dans la direction du bruit ; il fait silence, écoute. C'est un temps d'hésitation : qu'est-ce ? qu'y a-t-il ?

Nous savons que, pour arriver à la conscience, le son doit avoir une durée de 0",16 à 0,14. Cette hésitation donc vient soit d'une sensation trop insuffisante pour que la reconnaissance ait lieu, soit de ce qu'elle n'est pas connue ; il y a surprise, émotion. Nous voyons l'importance de la durée d'un phénomène pour sa perception. Wundt, qui a étudié les phases de la sensation acoustique, remarque que ce temps d'hésitation est plus long pour elle que pour les autres sens. L'intensité du son rend la réaction plus vive : un son modéré a donné une durée de réaction de 189, tandis qu'avec un son fort elle a été de 158 (Wundt, *loc. cit.*).

Mais si le son est dur, offensant, blessant pour l'oreille, il constate au contraire l'effet inverse, c'est-à-dire qu'il existe un retard dans la réaction motrice.

Retenons ce fait expérimental ; nous avons souvent insisté sur les inconvénients de l'excès d'intensité des sons ; mais une extrême sensibilité de l'ouïe et du système nerveux réalise les mêmes conditions, provoque les mêmes retards et cause les mêmes troubles de l'ouïe.

Trop de sensation aboutit à un malaise pénible et nuit à la

distinction précise du phénomène : un son trop fort étourdit mais le mal, le sonorité relative, n'est pas reconnu.

Cette incapacité de sentir, créée par l'excès de la sensation ou de la sensibilité, est un des états les plus frappants dans le cas de surdité. Ces sujets passent sans cesse de l'insuffisance à l'excès de sensation.

On connaît l'inhibition motrice ; n'est-il pas de l'inhibition psychique et sensorielle ? Ne dit-on pas : trop de lumière aveugle et lumière aveuglante ?

Nous voulons avant tout discerner ce qui nous sont [illegible]. Par contre, on n'ignore pas que les excitations vives et répétées de longue durée établissent temporairement la fatigue partielle. Le retour de l'audition dans le bruit est un phénomène peu banal, mais très fréquent. La personne incapable d'une conversation ordinaire peut alors causer facilement et répondre juste en chemin de fer, en voiture, etc. Dans ce cas l'excès d'excitation n'est pas à craindre, grâce à l'affaiblissement de la sensibilité du nerf, et sans doute aussi à la condition excellente de la sensibilité générale ou pour mieux dire des centres nerveux du sujet, dont on connaît [illegible] réflexes et l'absence des troubles nerveux (vertiges, bruits, demi-syncope, troubles de la vue et [illegible] douleur même) qui s'observent chez l'autre catégorie de sujets.

Ne sait-on pas que les réflexes d'arrêt, les réflexes inhibitoires naissent d'une excitation blessante, anormale ? C'est ainsi qu'une phrase n'apparaît à la conscience que comme une suite de bruits sans signification ; et les motifs, les affaiblis [illegible] par l'action sonore n'entendent ni ne comprennent plus, c'est-à-dire sont incapables de distinguer et d'assurer la perception utile ; la machine démontée ne donne plus d'images auditives précises. Aussi une dame sourde ne reconnaît pas le mot *Avocat* et le répète aussitôt ; évidemment le premier est aussi évident cependant que le second est sourd et dont.

L'audition même peut avoir un lieu, bien qu'incomplète assurément au milieu de ce trouble ; car après quelques instants de calme le souvenir revient de quelques bribes perçues au moyen desquelles le sourd reconstitue la pensée sinon les mots de la phrase dite.

Les nuances de ces combinaisons sont infinies ; on conçoit que dans certains cas, en évitant les accentuations, la force

des intonations trop fortes dans le chant, etc. Tout ce qui blesse et irrite la sensibilité acoustique, en parlant d'une voix lente et monotone, un chirurgien d'excellente audition, sans perte et sans orage. Quand cette alternation voulue du mouvement sonore ne change rien à la situation, ne procure aucun bénéfice, c'est que la prédominance des états psychiques s'oppose à l'amélioration. C'est le repos, la campagne, l'isolement qu'il faut conseiller au moins temporairement ; mais le plus souvent la continuité des exercices acoustiques apaise ces révoltes, et les sons peu à peu deviennent supportables et sont perçus.

Cependant l'intensité n'est qu'une des qualités de la sensation sonore ; la hauteur du son, les sons aigus peuvent aussi être désagréables à l'oreille ; il en est de même de certains timbres ; la maladie donne à ces effets des proportions souvent sérieuses. Une de mes malades, pianiste, à la suite d'une otite catarrhale, se trouvait presque mal en entendant une mélodie en mineur ; une autre légèrement touchée par une otite avec une paralysie faciale ne pouvait supporter les cris de son bébé (sons aigus).

On sait que les sons de grattage, de crissement, de frottement, de grincement sont très désagréables et donnent sur les dents ; le bruit de la locomotive qui s'arrête en gare, cette trépidation avec bruit sourd, causent une sensation des plus redoutées de certaines personnes bien entendant cependant.

Il est connu que les sons bas, amples et moelleux de l'orgue ont des douceurs particulières ; les sons trembl[illegible]ants, palsables, les ronflements offensent l'ouïe ; les voix de basse aussi, certaines intonations ou accents ; les sons pointus agacent ; de même les timbres criards, etc. ; les battements donnent lieu à des discordances très pénibles, insupportables (Helmholtz).

Je ne parle ici que du phénomène sonore dégagé des associations d'idées qui peuvent l'accompagner et y ajouter leur influence : tons plaintifs, plaintifs, notes gaies, etc.

De toutes façons, la qualité du stimulant, la nature des sons, l'intensité à part, modifient évidemment ses effets.

Frey, Wundt remarquent aussi cette différence dans la réaction suivant les propriétés spéciales du son. Bloch (1883, Soc. Biol.) a fait les mêmes constatations pour les sensations tactiles.

La mémoire, l'éducation, les sentiments modifient remar-

quablement l'audition et ses suites. L'enfant sourd faute d'exercice de l'ouïe oublie les sons et perd peu à peu la mémoire des mots ; cela s'ajoute à la surdité.

Le sourd garde longtemps l'audition de la voix de ses proches : une foule de conditions habituelles simples lui permettent de comprendre, de saisir l'idée avec quelques sons mal perçus, de même que nous pouvons, sans connaître à fond une langue étrangère, traduire et comprendre un sujet limité, objet de nos études habituelles.

La mère, au milieu d'autres bruits, ne se réveille qu'au cri de son enfant. L'homme fait lit des pensées plus que des mots. Celui qui entend bien ne saisit jamais tous les mots émis, il saisit cependant toute la pensée et la devine même avant la phrase terminée ; il la terminerait au besoin.

L'effort d'attention du sourd est énorme ; il peut produire la congestion et plus tard la neurasthénie par les déceptions fatales et l'épuisement.

J'ai dit combien est vive l'excitation par les sons musicaux chez les enfants et chez les adultes sourds ; chez les sourds-muets, l'effet de leur audition est curieux : les sons continus bien rythmés ont une puissance de pénétration sans égale, ils semblent causer peu de fatigue et beaucoup de plaisir.

On connaît l'influence du bruit sur l'audition d'une personne saine sous le rapport de l'ouïe ; elle abaisse la portée, nuit à la distinction, à la reconnaissance, gêne la fonction, elle équivaut à une diminution de l'ouïe. Wundt a constaté que le temps de réaction s'allonge quand un son s'ajoute à un autre : leur simultanéité amène un retard dans la réponse ; ce n'est pas seulement affaire d'attention, la difficulté de la différenciation est accrue ; il est impossible de converser en voiture roulant sur le pavé. On entend mieux en se bouchant alors une ou les deux oreilles suivant la force du bruit ambiant ; il en est de même pour le son de sa propre voix. On ne distingue rien dans le brouhaha d'une assemblée ; cependant on s'accoutume à entendre dans le bruit.

Les différences de timbre et de tonalité et les autres circonstances qui accompagnent la production de sons simultanés aident à saisir le son nouveau ; la vue est aussi d'un grand secours.

Aussi, quand le corps sonore ou la source sonore restent ina-

perçus, le sourd risque fort de ne pas entendre [illegible] qu'il est prévenu de la présence de l'individu ou qu'il a vu remuer ses lèvres, il est attentif et déjà plus apte pour comprendre avec un volume de voix bien moindre. Aussi est-il bon dans ces circonstances d'élever la voix dans le premier mot prononcé pour éveiller l'attention auditive du sourd, lequel est ensuite capable de converser avec la même personne sur un ton plus calme et avec moins de difficulté.

L'audition à l'école. — Dans le monde on dit de l'enfant sourd qu'il est distrait, et à l'école on punit [illegible] l'enfant insupportable, récidiviste endurci, le pauvret — qui n'a pas obéi à la première ni à la seconde injonction : distrait, entêté, insubordonné, mauvais élève, voilà ses notes, et au banc des cancres !

Très étonnés les maîtres auxquels j'ai dit : voilà des sourds (1) !

Dans ma seconde étude, j'ai pris les cinq derniers élèves des classes dans deux groupes scolaires de la ville de Paris dont [illegible] médecin inspecteur [illegible] présentaient tiers le [illegible] [illegible] religieux au dernier banc de la classe [illegible] une [illegible] et quelques-uns n'entendaient presque pas la [illegible] seul et de près.

[illegible] la composition écrite [illegible] fait très sensible [illegible] [illegible] longue.

Sur [illegible] enfants [illegible] vingt [illegible] vingt [illegible] [illegible] [illegible] confirmés par d'autres observateurs [illegible] ou [illegible] [illegible] Mour[illegible] 17 Weil [illegible] Stuttgart [illegible] [illegible] ils [illegible] per-sonne.

[illegible] admettre que [illegible] enfant [illegible] un affaiblissement de l'audition à l'école [illegible] conditions [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

(1) [illegible]

Influence de l'habitude, de l'exercice, de l'attention. — L'éducation, l'habitude, l'exercice développent les aptitudes et la finesse de l'ouïe ; elle se perfectionne ainsi pour une fin spéciale (musique, chant, auscultation, classe, mémoire, déclamation, chiffres, etc.) ; mais certaines supériorités sont acquises ou héréditaires.

D'autre part, l'habitude émousse les sensations acoustiques comme les autres ; elle éteint certaines susceptibilités ; elle crée l'accoutumance. C'est ainsi qu'on observe ces faits d'inaudition de bruits constants habituels (bruits de la grande ville, des chemins de fer, des usines, le tic-tac du moulin). Ces bruits disparaissent à la fin totalement de la conscience malgré leur durée et leur intensité.

On voit que la conscience naît de la variété, de la succession, des oppositions dans les sensations ; c'est beaucoup une notion de rapports ; avant tout c'est un terrain mobile, et dès que le son est constant, identique, égal, il ne stimule plus l'attention ; l'uniformité endort, comme l'ennui, la perception.

L'audition, d'autre part, même l'insomnie en... N'y aurait-il pas là également une sorte d'épuisement pour la sensation d'un ton, pour un mode, une durée d'excitation ? Sans doute c'est un phénomène psychique, car l'excès de ces impressions bruyantes est très blessant pour l'organe et souvent devient une cause de surdité et de lésions auriculaires (chaudronniers).

Un homme de mes amis m'a raconté et a prétendu qu'il est sourd depuis qu'il est au repos ; je lui ai trouvé deux vieilles perforations sèches des tympans, lésions ignorées de lui, datant de la première enfance, raisons de l'affaiblissement auditif dont il n'avait eu aucun... tant qu'il passa sa vie au milieu du bruit des machines ; le bruit lui avait été utile. Mais un plus grand nombre de gens souffrent d'affections douloureuses et graves des oreilles provoquées par les trépidations et le tapage assourdissant de certaines machines (chaudronniers, tôliers, etc.).

L'habitude fait encore que les sons, les voix, les bruits accoutumés sont plus facilement et plus promptement reconnus ; une oreille instruite différencie très vite et découvre des finesses ignorées pour toute autre. De même, on entend mieux quand on est prévenu que l'on va avoir à entendre.

qu'il y a lieu d'écouter et on comprend aussitôt si l'on sait ce que l'on doit entendre ce que l'on va écouter.

Toutes ces nuances sont très accusées chez les sujets dont l'ouïe laisse à désirer. Ces phénomènes de la fatigue du sens, de l'organe périphérique aussi bien que du centre de perception, exigent un temps bien plus long en pareil cas; et à chaque voix nouvelle, à chaque direction changée dans le courant sonore, l'organe est mis en échec. Les tâtonnements sont à recommencer, tandis que les voix habituelles sont assez bien entendues cependant.

Cependant, je puis prendre auprès d'un demi-sourd... on assez loin d'un bruit de fond, sans remarquer que l'attention s'éveille pour celui-ci... à 3... et chez le premier parfois on n'a... seulement...

Il faut une somme d'excitations pour que l'éveil ait lieu d'autant plus répétées que l'audition est plus mauvaise. C'est ce retard dans l'éveil de l'attention auditive qui empêche certains sourds de suivre une conversation à plusieurs. La dernière syllabe du mot est seule perçue. L'audition d'un seul interlocuteur est plus longtemps conservée.

Un son continu est à cause de cela plus pénétrant. Aussi le diapason donne une sensation plus facile à reconnaître que la ... la ... musique.

Nous pouvons ajouter que la musique dont la pénétration dans l'oreille est si remarquable, doit cet avantage si précieux pour l'éducation des sourds au vague même de sa signification. Il n'en a qu'un tout physique et d'ailleurs l'impression ... subjective et tout entière personnelle, tandis qu'au contraire dans l'audition des paroles du langage articulé tout son a une valeur précise, une signification convenue qu'il faut saisir immédiatement pour comprendre la phrase et connaître la pensée de celui qui parle.

Aussi les sourds entendent encore la musique, ou croient l'entendre bien quand déjà depuis longtemps ils ont cessé de comprendre le langage articulé. Le mot devient indistinct, la valeur idéale du son manque, et le fil de l'idée est rompu.

Parmi les choses apprises, celles dont l'audition disparaît le plus rapidement chez le sourd, ce sont les langues étrangères; au moins le phénomène d'incapacité est-il là très apparent. On sait en effet que les voix familiales sont mieux perçues,

et il est clair que nous entendons plus vite et que nous reconnaissons plus sûrement les sons accoutumés, les voix des amis, les bruits au milieu desquels nous vivons et notre langue maternelle. Une dame de mes clientes souffre bien plus de sa surdité en Angleterre, quoiqu'elle connaisse bien la langue anglaise.

Dans les épreuves de réaction on constate la durée plus longue des réponses d'un inexpérimenté, mais l'éducation se fait par la suite et peu à peu les réponses deviennent normales.

Exner cite à ce propos le cas d'un vieillard chez lequel il existait un retard énorme dans la réponse aux excitations acoustiques, qu'il parvint à diminuer des quatre cinquièmes par les exercices continues.

D'autre part, Obersteiner (cité également par Rachel Cervein, p. 23, *loc. cit.*) rapporte que les personnes *incultes* fournissent des réponses d'une lenteur notable en comparaison de ce que donnent les gens d'esprit cultivé, mais après un certain temps d'exercice tout devient normal. Angell et Addison Moore (W.) également ont montré expérimentalement que les premières excitations donnent des réponses plus tardives que les dernières.

Le rôle de l'attention dans l'audition est prépondérant, bien que la passivité de l'organe soit évidente ; par l'attention, la perception est on n'est pas, la conscience est occupée ailleurs, la distraction affaiblit la perception et allonge le temps de réaction. Lorsque l'ouïe est le plus cérébral de nos sens.

C'est ainsi qu'un bruit qui s'ajoute à un autre bruit donne une durée de réaction bien plus grande. Aussi Wundt a noté qu'un son modéré demande une moyenne 189 σ sans bruit simultané, et pour obtenir la réaction avec le bruit simultané il faut 313 σ.

On sait qu'il en est de même pour toutes les sensations (optiques, tactiles, etc.). L'attention crée en effet un état psychique particulier, la concentration des forces nerveuses, et celle-ci équivaut à une plus grande excitabilité sensorielle et motrice émotion.

Dans l'attention, qui est d'une si grande importance pour la perception, il n'y a pas seulement une adaptation motrice, mais un état d'éréthisme, d'excitation de la sensibilité sensorielle et générale, une sorte de dynamogénie spontanée ou provoquée par le phénomène extérieur.

Ainsi, à l'opposé des rayons visuels, les deux rayons ou axes auditifs divergent : leur direction est droite ou gauche : c'est l'orientation latérale.

Par suite de l'existence de la zone silencieuse, c'est donc en arrière de la tête que les premiers signes d'un affaiblissement de la faculté d'entendre se montreront et sur l'axe auditif qu'on trouvera, par contre, les dernières sensations acoustiques. Chacun des territoires explorés peut isolément s'amoindrir, et la différence des pertes indique l'importance de la perte.

L'orientation résulte de sensations multiples de natures très diverses. Les sensations musculaires et autres (visuelles, tactiles, de sensibilité générale, articulaires, etc.) qui naissent des mouvements associés effectués dans la recherche du son et dans l'accommodation de l'oreille, complètent un ensemble de notions qui s'ajoutent aux sensations auditives latérales différenciées, comparées pour accomplir et guider l'orientation, qui est un choix, mais aussi un acte. Ainsi nous reconnaissons le point de l'espace d'où vient le courant sonore.

Rôle du labyrinthe dans l'orientation. Orientation objective, orientation subjective par l'oreille. — Nous ne redirons point ce qui a été écrit à propos du « sens de l'espace » et dont nous avons parlé en étudiant le rôle des canaux semi-circulaires : quelques mots seulement. Par l'éducation, l'exercice, l'habitude, au moyen des notions fournies par la sensibilité à laquelle obéissent les actions motrices, nous possédons la connaissance de notre moi pensant et agissant, celle de nos mouvements, de nos gestes, de nos attitudes et de leurs variations, de leurs successions dans le temps, et les rapports de nos membres et des parties du corps avec le milieu, les corps environnants, dans l'espace. Un son qui frappe l'oreille nous touche dans un certain moment de nos états de conscience et les modifie, il attire à lui l'attention, c'est-à-dire la série des efforts d'adaptation nécessaires à son observation. L'état de conscience fondamental et primordial est ce qu'on a appelé l'*orientation subjective*, les états de conscience consécutifs à l'excitation sonore constituent l'*orientation objective*.

Il y a comparaison, discernement, choix et finalement conclusion sur la direction du courant sonore par rapport à nous.

Toutes les sensibilités sensorielles, en général, donnent naissance à des ensembles de mouvements, soit locaux, soit généraux (accommodation, de fuite, de recherche, de défense), les plus opposés et les plus variés en intensité et en vigueur, qui aboutissent en définitive à fournir les notions utiles à l'orientation.

Audition unique avec deux organes périphériques. Sensations bilatérales. — On entend au moyen des deux oreilles dont les champs d'activité sont nettement isolés et séparés, ce que l'expérience démontre, et c'est aussi une notion que possède la conscience par le fait de l'exercice fonctionnel (orientation latérale).

Mais si on n'a qu'une sensation comme résultante, l'audition n'en est pas moins le plus souvent bilatérale : c'est la sensation dominante qui s'impose, celle qui offre l'intensité maximum dans un temps donné, ou celle pour laquelle notre oreille possède une sensibilité particulière. L'orientation se juge du même coup.

Il n'y a plus dans la conscience qu'un phénomène sensoriel à la fois. Nous pouvons cependant discerner une somme d'excitations sonores et l'isoler jusqu'à un certain point par un effort d'attention ; mais en général nous latéralisons du côté où la sensation est la plus vive. Les deux oreilles peuvent donner lieu à des tons discernables ; mais leur combinaison, leur fusion en un seul phénomène se fait dans le centre de perception et nous connaissons une résultante, à moins que l'attention active ne se fixe tantôt sur l'un, tantôt sur l'autre, ce qui permet l'unité de la sensation également.

EXPÉRIENCE. — Une expérience simple rend évidente l'audition bilatérale quand cependant la sensation paraît uniquement limitée à une oreille.

Adaptez aux oreilles les deux bouts d'un tube d'un mètre de long en caoutchouc épais ; placez le diapason sur le milieu de l'anse et rapprochez lentement le talon de l'instrument en le glissant sur le tube vers l'oreille droite. A un moment, on remarque que la sensation est encore bilatérale, puis elle devient, un peu plus près de l'organe, brusquement latéralisée à droite : il semble que l'oreille gauche ne perçoit plus rien.

lanciations se produisent, nous comparons les deux images (éducation), nous portons un jugement, nous pouvons même choisir et nous nous tournons du côté qui nous intéresse, ce sont des opérations psychiques habituelles. Les accords, les dissonances, les sons résultants et les interférences mettent en relief l'action des diverses combinaisons et associations des sons, puis viennent de l'audition mono-auriculaire ou binauriculaire.

Mais il existe une telle unité dans la fonction des organes des sens que la plus légère altération de l'organe périphérique nuit également aux opérations psychiques associées.

Le tableau symptomatique des troubles de l'ouïe, qui se présente en cas de lésions des oreilles, ne diffère pas de celui que se lient celles des centres auditifs ou des centres cérébraux d'association.

En effet, on observe dans les deux cas le retard de l'audition, la diminution de portée, l'incapacité de suivre les mots, de les répéter, d'en apprécier les intervalles successifs des syllabes, les rythmes, la fatigue d'entendre traduite par l'affaissement rapide de l'ouïe, la sensation d'un chaos des sons inintelligibles, méconnaissables, l'incompréhension, etc.

Chez l'adulte, lequel porte du reste tout cet ensemble, s'accompagne de la conservation de la parole et le diagnostic devient alors se poser nettement d'une lésion périphérique; cependant un sourd peut être atteint de surdité verbale.

Mais s'il s'agit d'un enfant très jeune, peu intelligent, devenu sourd, il perd rapidement avant l'âge de huit ans la faculté du langage, et dans ce cas, il est difficile de reconnaître la part qui doit être faite dans l'étiologie de la surdité à la lésion otique souvent nette et aux altérations cérébrales possibles enfin avec celle-ci.

L'image tonale a disparu et le sens du mot est perdu; c'est la situation même de l'individu frappé de surdité verbale. Si l'enfant parle et sait écrire, la surdité absolue est encore un sujet de doute au point de vue de son origine.

Il y a cependant grand intérêt à connaître tout cela, car le sourd-muet qu'on instruit doit apprendre le son et le mot, puis la signification du son et du mot, enfin l'emploi des sons et des mots.

Influence de la cinquième paire, ouïe douloureuse. — Dans

la surdité unilatérale. [illegible] est droite ou gauche, d'où bien des erreurs d'orientation possibles. Il est une cause de latéralisation ou d'orientation [illegible] de la sensation auditive peu



Fig. [illegible]

connue des pathologistes, c'est l'[illegible] maladive de la sensibilité labyrinthique sous l'influence d'une affection de l'oreille externe, moyenne ou interne.

[illegible] cet organe, après qu'il a été malade, reste pendant longtemps

après la convalescence dans d'une susceptibilité extrême aux bruits et parfois pour certains d'entre eux surtout (hyperesthésie, ouïe douloureuse.

Le son est perçu plus vivement de ce côté, il est même désagréable, douloureux s'il est quelque peu intense; on voit qu'il s'est ajouté un excès maladif de la sensibilité générale de la 5e paire dont l'organe auditif reçoit la sienne, et cette hyperesthésie consécutive suffit souvent pour accroître la sensibilité acoustique parallèlement; elle peut rendre l'audition impossible, intolérable.

Il en résulte que l'orientation a lieu du côté où le maximum de sensation existe. Les études de Féré surtout ont bien montré les rapports de la fonction sensorielle avec la sensibilité générale.

Ces rapports de l'acoustique avec le trijumeau sont des plus intéressants; ils expliquent aussi certains résultats thérapeutiques et certains faits de séméiologie.

En effet, les rapports des nerfs de l'acoustique avec ceux du trijumeau sont des plus étroits; de là les sensations spéciales, tactiles ou autres, qu'annoncent éprouver certains individus sourds sous l'influence des sons qui frappent leur oreille: douleurs, agacement des dents, occlusion des paupières.

En plus des localisations toutes particulières de leurs sensations sonores en divers points du crâne (vertex, occiput, etc.) les nerveux surtout annoncent ressentir des commotions, des émotions, des troubles de sensibilité alors qu'ils n'ont pas conscience de la sensation acoustique, ou même cette autre sensibilité éveillée (algie, tact) peut la remplacer totalement chez les personnes qui ont conservé quelque audition.

Le mal de tête, la douleur sur les dents, l'éveil d'une névralgie (chaudronniers, arthritiques) forment avec le vertige et les bluettes un ensemble de troubles nerveux qui sont du domaine du trijumeau et de son excitation indirecte; de même les algies réflexes, les spasmes réflexes du tenseur, etc. La sensibilité générale se montre à chaque instant associée à la sensorielle. Une névralgie odontalgique rend l'ouïe douloureuse. Toute la sphère d'innervation de la 5e paire a une influence constante sur l'ouïe et son organe, non seulement sur la sensibilité mais sur la circulation vaso-motrice et la nutrition.

Effets de l'excitation acoustique sur les centres nerveux, schéma de l'onde nerveuse acoustique, phase réfractaire (Richet). — L'excitation acoustique amène une perception instantanée ou à peu près ; c'est la plus rapide de toutes les perceptions. L'excitation nerveuse qui en résulte forme une véritable oscillation, ondulation nerveuse.

L'onde est tout d'abord brusque dans son ascension et saccadée, puis par le retour des excitations les oscillations se règlent deviennent synchrones ; à la première, la phase d'addition, succède une phase d'incapacité fonctionnelle, *phase réfractaire* de Richet, qui existe à l'état normal ; le retour à l'équilibre est la troisième phase oscillatoire.

On a calculé la durée de la phase première ascensionnelle ; elle est de 1/100 de seconde ; puis la seconde phase (phase réfractaire) est beaucoup plus longue et Richet lui attribue une durée de 1/10 de seconde.

L'existence de cette phase réfractaire est très importante à connaître ; elle indique qu'après chaque excitation le cerveau cesse immédiatement d'être excitable à nouveau pendant un temps très appréciable (normalement 1/10 de seconde).

Dans certaines conditions morbides on observe une augmentation de la durée de cette phase réfractaire. Au reste, on s'aperçoit déjà dans les expériences sur le lien de Richet que la réaction motrice apparaît fort irrégulièrement si les excitations se succèdent rapidement (3 par seconde). Les secousses faibles sont celles qui ont rapport à la phase réfractaire.

Chez certains sourds, si les syllabes sont émises trop vite, trop rapprochées, au nombre de 3 par seconde par exemple, la sensation sonore reste indistincte et le mot n'est pas compris. Chez eux la phase d'inexcitabilité est plus allongée et les sons qui arrivent à ce moment passent peu clairs ou ne sont pas perçus. La durée de l'excitation est trop faible, l'intensité faisant défaut déjà, la fonction est facilement compromise ; elle est paralysée si le son trop fort allonge encore la période d'incapacité.

Des excitations sonores répétées, conditions de la perception sonore ; des sons discontinus, ils forment le langage articulé, difficultés de l'audition des sons successifs. — Nous-

avons assisté dans les expériences de Savart à la formation du son continu périodique de l'audition tonale.

Au-dessus de 16 chocs par seconde la sensation est continue, c'est-à-dire que, avec un intervalle de moins de 1/16 de seconde, les sensations de choc se fondent en une sensation continue périodique qui prend la qualité de son musical. Après Donders, l'école de Wundt a étudié ce phénomène au moyen d'appareils de mesure les plus délicats.

Il résulte de ces expériences que la fusion des excitations a lieu si elles sont écartées de moins d'un 1/16 de seconde, et dès qu'il y a plus d'écart dans leur succession elles sont distinctes (Wundt, Exner, Mach).

Quand à la sensation continue s'ajoutent des renforcements, l'intensité varie, mais d'autres qualités du son changent (ton, timbre) et la différenciation est possible sur les traces.

Sans entrer dans l'étude des associations sonores si bien faite par Helmholtz, et qui est du ressort des musiciens (accords, consonances, dissonances, etc.), il est intéressant de connaître comment se comportent les sons-voyelles qui se succèdent, et l'inspection des graphiques du phonographe fournit tous les éléments désirables d'une pareille recherche, toute nouvelle. Les alliances, les successions, les oppositions, les suppléances et les substitutions des lettres alphabétiques, les modes variables de la succession suivant la rapidité du débit du langage, tout est là pris sur le vif et fixé en caractères précis d'une vérité et d'une exactitude parfaites. A, é, i, o, u, prononcés en une à deux secondes, se voient positivement séparées par une portion de sillon vide, par un silence, dont nous n'avons pas conscience.

Aé, ai, ie, io, iu, prononcés trois fois dans une seconde (dans un douzième de seconde), s'écrivent sans aucun intervalle. L'illusion est d'autant plus habituelle que le son-voyelle successif est produit par une ouverture plus grande des voies buccales (*a*, *é*), et si les deux sons-voyelles se suivent avec plus de vitesse encore comme dans *roi*, *joie*, *paire* qui donnent lieu aux deux sons *o-a* (= *oi*). On aperçoit dans la succession rapide des deux voyelles se succédant sans intervalle, mais, de plus, au point de soudure des deux séries, que les périodes caractéristiques sont altérées : elles in-

sionnent prennent un caractère mixte et surtout la deuxième phase laisse voir le mélange des vibrations communes et l'altération se montre pendant quelques périodes moyennes comme transition de u à e de même dans A I, A O, etc. prononcés. La vitesse de succession des sons par les produit donc des modifications importantes des sons perçus.

Dans le passage de A à I on peut en certains cas constater la hauteur relative du mouvement d'élévation linguale adaptation nécessaire à la formation de I. Après l'émission de A cette lenteur se manifeste par l'inscription de la voyelle E intermédiaire entre A (ouvert) et I (fermé) entre les tracés de la voyelle A et celui de I : certains vices de langage se traduisent ainsi sur les graphiques.

La sensibilité de l'ouïe est d'une puissance remarquable pour saisir les moindres changements, additions, soustractions de sons au milieu d'un son continu ; du reste l'exercice et l'éducation jouent un grand rôle dans ces opérations de discernement.

L'intervalle qui existe entre deux sons successifs paraît d'ailleurs plus grand si le premier son est fort et le second plus faible et dans le cas contraire l'effet est inverse.

Le gros bruit a sans doute accru la phase réfractaire consécutive à l'excitation vive.

Mach et Exner ont observé que si les sons sont distants de 1/500 nous percevons une sensation continue avec renforcement, ce qui permet à l'intellect de conclure que l'excitation est discontinue en partie ; de même pour la vue le papillotement apparaît avec une séparation de 1/50 entre deux éclats lumineux (1). L'exploration de l'audition chez les personnes sourdes conduit aux mêmes résultats.

Au moyen du microphonographe on peut étudier toutes les nuances d'excitations et de leurs successions ; on remarque que la rapidité de succession des sons (syllabes bien nettes) a une action extrême sur l'audition précise et le discernement des mots : plus la personne est sourde, plus l'intervalle entre chaque excitation a besoin d'être grand pour que l'audition et la compréhension aient lieu ; plus la suite est préci-

(1) Rich. Loc. cit.



pliée, plus l'audition est confuse et plus vite elle devient nulle.

L'intervalle nécessaire entre deux excitations acoustiques pour assurer la perception est donc un point sérieux à considérer dans l'étude des conditions de l'audition.

Nous avons dit en plusieurs circonstances que l'intensité des sons jouait le même rôle perturbateur chez les sourds d'un certain ordre. Parler lentement au sourd et sur un ton monotone sont deux excellentes conditions pour qu'il obtienne des sensations suffisantes.

Nous savons d'autre part qu'une sensibilité anormale (hyperesthésie, faiblesse irritable) cause absolument les mêmes troubles de l'ouïe par le même mécanisme : la phase réfractaire s'étend en proportion de l'épuisement causé par l'excitation trop vive ou du fait du sujet excité.

Dans le cas de surdité, tout retarde : la réaction psychique (perception d'une excitation de l'ouïe quelconque), le discernement, la reconnaissance du ton, parce que l'impression initiale manque d'énergie, que l'image est peu nette et que la succession rapide des sons efface trop tôt les effets sensoriels de l'excitation qui a précédé.

Au début, dans la simple audition d'une sonorité quelle qu'elle soit, l'organe du sourd a besoin d'une somme plus grande d'excitant, d'une durée plus longue de l'excitation et d'une variation discrète de leurs qualités ; la faiblesse fonctionnelle exige ces précautions. Il lui faut plus de temps pour avoir une image auditive nette.

Un organe affaibli par la maladie ne possède plus la faculté de percevoir 10 fois par seconde, sans confusion ni superposition, comme l'organe sain.

Pour peu que l'état psychique soit inférieur et il le devient chez le sourd par l'affaiblissement de l'image de l'excitant (paroles, sons, etc.) et la diminution (surtout chez l'enfant) de la mémoire auditive, la difficulté augmente. L'incapacité s'accroît encore du manque d'exercice et le temps nécessaire au discernement, inévitable pour la distinction des paroles du langage articulé, est tel que des syllabes, des mots entiers passent inaperçus dans le débit d'une phrase, tandis que les sons simples continuent à faire impression ; ainsi il en résulte que la compréhension des mots reste impossible.

On a calculé approximativement le temps qui s'écoule entre la perception du son et la réponse motrice (temps de réaction), puis nous verrons qu'on a tenté la recherche de la durée du transport de l'excitation auditive d'un mot *au foyer du langage* de la mémoire des mots. On y arrive indirectement, on pourrait sans doute l'obtenir en comparant l'effet d'excitations auditives par des mots connus, puis par des mots de langue étrangère.

On sait que l'audition de mots inconnus est beaucoup plus lente, exige bien plus de durée pour la réaction significative ; cela rentre quelque peu dans l'influence de l'éducation et de l'habitude dont on connaît la puissance.

Nous sommes aussi sur le terrain sensitif qui donne des réponses d'une grande variété et des variations considérables ; puis l'acte cérébral est plus lent que le réflexe médullaire (Brissaud) ; de plus il y a là les effets de l'attention à ne pas négliger ; enfin l'association exige du temps puisque plusieurs phénomènes cérébraux et psychiques se succèdent : ce sont de véritables associations idées mot idée.

On se trouve en présence de différences individuelles énormes et de variations extrêmes chez le même individu. Toutes raisons et conditions qui rendent la solution du problème bien délicate, vu la multiplicité des éléments en jeu.

Marie Walitzky (1889), dans un grand nombre d'expériences, a trouvé chez les individus sains que la réaction à un mot était en moyenne de 300 moins de 1/3" ; mais Fauseboldt (1883) et surtout Mantegazza (1883) ont mesuré le temps au moyen d'une opération d'arithmétique simple.

Une première recherche a établi le temps nécessité pour la répétition d'un chiffre simple : 7.

Puis on a fait multiplier ce chiffre 7 par 3 par exemple : la réponse fut en moyenne obtenue en 77 σ, ce qui se rapproche beaucoup, ainsi que le remarque Richet auquel je prends ces citations intéressantes, du chiffre obtenu dans la réaction avec discernement et choix : Wundt 70, Donders 75.

Or la simple répétition du chiffre sans travail de multiplication est bien plus courte de durée et donne sans doute une approximation du temps nécessaire pour que l'excitation soit transmise au foyer de la mémoire des mots, au siège du

langage articulé. Le temps de discernement a été évalué à un dixième de seconde.

Le trille d'Helmholtz mène en réalité à la même conclusion : il est difficile de distinguer plus de dix syllabes à la seconde, car les sons graves deviennent vite confus, on le sait.

Donders, Wundt, Exner, Auerbach et les physiologistes américains de notre époque ont montré que le temps de la distinction est toujours fort long.

Une succession d'excitations sonores doit donc offrir de grandes différences au point de vue de la rapidité et de la précision de la perception. C'est un fait saillant chez les sourds.

Nous savons déjà que les sons rythmés, les sons attendus, les sons connus, les sons périodiques sont bien mieux entendus que les sons irréguliers, les inconnus, les nouveaux et les mots de langue étrangère.

Richet (*Dict. phys.*, [illegible] Cerveau, [illegible] page 10), d'une série d'expériences, conclut qu'il pouvait penser ou dire dix syllabes en une seconde sans grands écarts.

Cette épreuve lui a servi à calculer le nombre de syllabes par seconde et celui d'états psychiques possibles dans le même temps.

Les actes volontaires et le discernement ne peuvent [illegible] pouvant dit il dépasser douze par seconde, tout acte psychologique a un minimum de durée de 0^s 09 1/11 à peu près. On sait de plus que la période réfractaire égale au dixième de seconde.

Après l'excitation, un dixième de seconde est aussi la limite de la puissance de perception. Il faut, pour distinguer deux états de conscience, deux sensations sonores, qu'elles soient séparées par un intervalle d'un dixième de seconde au moins ; plus rapprochées, elles font un son continu, ainsi que nous l'avons déjà dit (son musical).

Influence dynamogénique des excitations répétées : exercices acoustiques chez les sourds ; réveil des centres auditifs ; formation d'images acoustiques ; rappel de la mémoire ; éducation des sourds muets par l'oreille. — Les excitations, par leur répétition, qu'elles soient électriques ou sensorielles, causent une excitabilité plus grande et rendent les réponses plus faciles à des excitations plus faibles.

Cette influence des excitations répétées sur l'excitabilité cé-

rébrale est intacte. Pitres et Franck l'ont bien démontré; et Richet depuis a confirmé leurs idées. Il résulte de ce fait une hyperexcitabilité remarquable. S. Exner a vu des excitations d'abord inefficaces déterminer des mouvements sous l'influence de stimulations répétées du muscle (1).

On sait d'ailleurs, par les études de Féré, que les excitations d'autres sens agissent pareillement sur l'ouïe et vice versa.

J'ai pu constater l'apparition et le développement de cette hyperexcitabilité, ainsi que sa généralisation à tous les centres nerveux sous l'influence des exercices acoustiques auxquels je soumets les sourds scléreux et les sourds-muets depuis plusieurs mois, au moyen du microphonographe. Le retour de l'audition, ou mieux l'apparition de la sensation acoustique est souvent tardive : il y a un temps plus ou moins long entre la série des excitations sonores (le microphonographe rend cette étude très précise) et le moment où le sujet déclare les percevoir. J'ai noté 4, 5, 10 minutes d'attente parfois. Puis un son d'une tonalité aiguë par exemple, ouvre la porte et, dès lors, le même air qui n'avait au début causé aucune sensation, est très bien entendu. L'oreille est éveillée.

Les sourds-muets tout enfants (trois ans, trois ans et demi et quatre ans) ont assez vite, en quelques leçons, acquis la notion d'une excitation acoustique ; puis peu à peu j'ai vu naître la mémoire auditive, la reconnaissance des sons entendus, puis leur répétition vocale imitée, l'audition apparaissant pour une foule de bruits du milieu ambiant.

J'ai vu, sous l'influence de cette action dynamogénique qui devient générale, les facultés intellectuelles, affectives s'éveiller, puis paraître la joie, la curiosité, l'amour des mouvements, des jeux bruyants, la recherche du bruit dans les boîtes, j'ai noté plus tard jusqu'à des rêves (sons sans suite, cris mutilés la nuit), l'exubérance, vivacité, animation, changement curieux de la voix, des gestes, de l'expression du caractère ; j'ai vu tout cela coïncider avec les exercices acoustiques et annoncer l'éveil d'une fonction aussi importante que celle de l'ouïe, bien longtemps encore avant la conquête du langage articulé, mais comme indices sérieux de sa venue et des

(1) Exner. Zur Kenntniss der Wechselwirkung der Erreg. in Centralbl. f. Physiol., t. XXVIII, 487.

ten lances à s'adapter pour l'audition que les organes manifestent à tous les yeux.

Intervalles des sons successifs. — La condition essentielle d'une perception auditive consiste dans un mouvement qui se reproduit en périodes régulières et avec une certaine rapidité.

La vitesse de succession des excitations équivaut à la durée et l'ardeur. C'est la durée des infiniment petits mouvements moléculaires qui les rend perceptibles, [illegible] tensité (M). Une somme de ces excitations rapides [illegible] donne la notion du son [illegible] en même temps [illegible] de cohésion et [illegible] du corps qui est l'origine du mouvement [illegible]

[illegible]

Comment les sons se [illegible] pour permettre la [illegible] [illegible]

[illegible]

L'attention interrompt seule cette succession du phénomène et peut fixer la sensation.

Nous devons croire qu'il y a là autre chose qu'une propriété générale du système nerveux, et que la structure spéciale de l'organe de l'ouïe y entre pour une part.

L'expérience de Helmholtz faisant exécuter un trille de dix notes en une seconde permet de constater que si les sons restent distincts dans les notes hautes, ils sont rapidement confus au contraire dans les notes basses qui ne se détachent pas nettement.

L'organe de l'audition élimine plus vite les sons élevés et plus lentement les graves, d'où la possibilité de leur superposition, et la confusion.

Helmholtz qui a noté ces différences les explique par une disposition particulière de l'organe que rien ne peut modifier. On ne peut y voir l'influence de l'excitation plus vive de l'acoustique par les notes graves ; car l'étendue extrêmement développée du clavier des notes élevées montre assez que la sensibilité du sens est plus accusée pour les aigus au contraire ; nous avons suffisamment établi au reste dans les paragraphes précédents la complète différence qui s'observe entre les graphiques des uns et des autres.

Sans doute la durée est un élément important de la perception des graves (emploi des pédales [illegible]).

Audition des sons musicaux, centre acoustique de la musique. Amusie. — Il existe sans doute un centre cérébral de la musique, de la mémoire des tons, qui fait partie du centre auditif.

Les images verbales et tonales s'appellent l'une l'autre. Baldwin a observé un petit enfant qui reproduisait quelques notes avant aucune imitation verbale (Baldwin, p. 403), mais beaucoup de personnes se remémorent les paroles en fredonnant l'air et réciproquement ; d'autres se rappellent aux mouvements des doigts sur le piano ou sur le violon, etc.

Les reviviscences d'airs de musique sont journellement constatées sous l'influence de bruits quelconques qui agissent sans doute comme excitant de l'organe central (obsession).

Dans son intéressante étude, Brazier[1] signale des cas d'apha-

[1] *Rev. philos.*, octobre 1892, p. 33.

me qui n'ont présenté aucune diminution des facultés musicales. Le cas de Wernicke est classique à ce propos.

Cependant il existe des faits peu nombreux de perte de la faculté musicale, d'*amusie* comme dit Brazier, sans altération du langage (1).

Oppenheim cite le cas d'un sujet qui répétait une chanson familière qu'on venait de lui chanter, et n'en pouvait réciter les paroles (2).

Comme pour le langage, la perception musicale peut être motrice : il y a des musiciens du type moteur, mais il est fait que d'autres ont le type auditif ; on peut reconnaître un air chanté et être incapable de le chanter.

D'autre part, certains aphasiques ne peuvent parler les mots qu'en les chantant (Starr, Brazier).

Un malade pouvait lire verbalement la musique écrite, il pouvait reconnaître celle qu'il entendait chanter ou la chanter lui-même (Brazier, *loc. cit.*, et Starr, *Phys. Review*, I, 1895, p. 192).

Il est certaines personnes qui entendent intérieurement des sons musicaux mélodiques ; il existe donc un chant intérieur et on peut avoir l'impression intime d'un chant juste et agréable qu'on s'essaie en vain à reproduire juste.

On doit admettre un centre cortical de la mémoire des notes, dont la destruction cause l'amusie, dont l'arrêt de développement causerait l'oreille fausse ou non susceptible d'éducation musicale.

L'éducation joue le plus grand rôle dans le développement de ces facultés, mais on ne peut nier certaines aptitudes héréditaires, indices de l'attention et de la raison.

Baldwin émet une théorie particulière : il admet que la reconnaissance des notes même isolées résulte de la faculté plus développée d'adaptation de l'attention à un ton particulier.

Au point de vue des associations motrices qui facilitent la reconnaissance des sons, il faut rappeler que Féré a constaté des effets dynamogéniques différents suivant les différentes notes de la gamme.

(1) Carpenter, Brazier, Wallaschek, cit. par Baldwin.
(2) Oppenheim, cit. Frankl Hochwart, *Deutsche Z. f. N.*, 1891, p. 8.
(3) Féré, *Sensation et Mouvement*. Paris, F. Alcan.

La dynamogénèse par les excitations acoustiques est évidente pour tout le monde. Je l'ai bien notée chez les sourds-muets soumis aux exercices acoustiques (1).

Au reste Féré a mesuré (loc. cit.) cette dynamogénie par l'action des sons, comme il l'a fait pour les couleurs et les odeurs. Sans doute les excitations de l'ouïe agissent directement sur les centres moteurs du langage, mais l'excitation rayonne en plusieurs sens et ses effets se généralisent, ainsi que je l'ai observé chez la plupart des sourds-muets.

Ribot analyse la musique au point de vue de l'émotion.

Quel est, dit-il, le plus émotionnel de tous les arts ? la musique ; aucun art n'a une puissance de pénétration plus profonde ; aucun ne peut traduire des nuances si ténues de sentiment qu'elles échappent à tout autre mode d'expression (p. 104).

L'art le plus émotionnel est le plus dépendant des conditions physiologiques, et plus loin la musique agit sur les animaux. Il est vraisemblable que les sensations de sons et de mouvements (le rythme auquel les animaux sont très sensibles) agissent directement sur l'organisme.

Les impressions agréables ou pénibles que causent les sons sont indépendantes de tout jugement esthétique.

L'élément physique reste également prépondérant chez l'homme civilisé ou non.

L'art musical peut être appelé l'art par excellence de la sensibilité, parce qu'il règle et gouverne plus qu'aucun autre la sensibilité dans laquelle se résument toutes les perceptions extérieures, parce qu'il le transporte du domaine inconscient où il se trouvait caché dans le domaine de la conscience (2).

La conclusion à tirer, dit encore Ribot, c'est que tandis que certains arts excitent d'abord des idées, celui-ci agit inversement.

Il crée des dispositions dépendantes de l'état organique et de l'activité nerveuse que nous traduisons par des termes vagues : joie, tristesse, tendresse, sérénité, tranquillité, inquiétude, etc., sur ce canevas l'auditeur brode à sa guise suivant l'individu.

(1) Gell... S... Bul... 1898.

(2) Beaunque, cité par Ribot, *Psychol. des sentiments*, p. 110. Paris, F. Alcan.

Cela explique, ajoute-t-il, les effets thérapeutiques de la musique reconnus par Lourel chez les aliénés et par Tarchanoff, Mortimer Granville, Buccola, Morselli, Boudet de Paris, Vigouroux, etc., etc.

L'influence heureuse de l'harmonie musicale sur le système nerveux, soit comme excitant, soit comme calmant, sédatif, est utilisée journellement. Voici une nouvelle application de la musique à la cure des terreurs nocturnes qui a réussi à MM. Bechterew et Barbaroff (*Rev. psych.* N. Hartenberg, 1er déc. 1897) : S'endormir aux sons de mélodies agréables, c'est le remède proposé par eux contre les cauchemars effrayants et les mauvais rêves. Ceux-ci se produisent surtout dans la première période du sommeil, celle pendant laquelle l'ouïe veille encore pendant que les autres sens et sensibilités s'endorment. Les dernières impressions éprouvées à cette période seraient l'origine des cauchemars, terreurs, etc. Si l'on impressionne à ce moment l'ouïe par des sensations musicales agréables, on corrige le désordre intellectuel, l'incohérence des rêves. Il en résulte le retour au sommeil profond sans mauvais rêves. C'est de la suggestion très bien entendue, et nous avons tous pensé à lire quelque livre suggestif avant d'éteindre la bougie pour oublier les diverses préoccupations du jour et pour faciliter la venue du sommeil réparateur.

Esquirol, *Des Maladies mentales*, 1838, t. II, p. 578 et suiv., dit expressément : « Je sais que quelques auteurs, les anciens surtout, ont écrit sur le pouvoir de la musique... J'ai dû essayer de la musique comme moyen de guérir les aliénés. Quelquefois elle a irrité jusqu'à provoquer la fureur ; souvent elle a paru distraire, mais je ne peux dire qu'elle ait contribué à guérir ; elle a été avantageuse aux convalescents. C'est un soulagement, un bien-être dont la durée est temporaire, même chez ceux qui, par leur éducation musicale, sembleraient devoir en retirer le plus d'avantage. »

La faculté d'être ému par la musique peut être absolument nulle. L'*insensibilité totale pour la musique* n'est pas rare ; elle est quelquefois héréditaire ; je l'ai observée dans certaines familles.

Un enfant sourd-muet, issu de père et mère absolument dénués de tout sentiment musical (Galle). Earle connaissait

une famille dont tous les mâles ne distinguaient aucun son musical (1). Gradenigo cite un individu qui sourd pour les sons du diapason, entendait les mêmes notes données par la flûte ou la trompette (2). Nous savons combien le son simple du diapason diffère des timbres complexes de la trompette et du son de la flûte (fig. 20, 26).

J'ai observé une maîtresse de piano qui, à la suite d'une otite suppurée grippale, perdit pendant un an la notion juste des tonalités ; elle entendait 1/2 à 1/4 de ton au-dessous ou au-dessus. Ces cas sont assez fréquemment observés et cités par les auteurs. Un de mes sourds, pianiste, ne reconnaissait plus les accords ; un autre, chef d'orchestre, perdait au bout d'un quart d'heure de répétition la notion de ce qu'il entendait : c'était le chaos.

Voici une observation de Grant Allen (3). Il s'agit d'un jeune homme d'un esprit très cultivé, qui avait étudié la musique dans son enfance. On s'aperçut plus tard qu'il était incapable de distinguer une note d'une autre, sauf pour des intervalles atteignant quelquefois l'octave et plus. Il n'existait pour lui ni accords, ni dissonances, ni timbre d'instruments ; ceux-ci étaient des bruits très nettement perçus : de cordes pour le piano, de grincement pour le violon, de souffle pour l'orgue. Il était très sensible au rythme de la poésie (4).

De même, un de mes malades se plaignait de ce que les notes sonnaient comme du bois. Ailleurs ce sont les sons de tonalités différentes, souvent de timbres distincts ; parfois c'est l'harmonique surajouté du son qui domine seul et couvre tout.

La voix en écho, les sons géminés sont des phénomènes bien connus des otologistes. L'oreille est souvent aussi rendue fausse à la suite des catarrhes auriculaires ; parfois l'ouïe est fausse à droite et saine à gauche. Les traités de pathologie otologique sont pleins de ces observations.

Les médecins ont noté la perte de certains tons, la surdité tonale partielle. L'exploration au moyen des diapasons constate des lacunes curieuses dans l'acuité auditive.

La perte est parfois très étendue ; il ne reste plus que quel

(1) *Schmidt's Jahrb.*, 1893, t. XX, p. 246.
(2) 1890, *Internat. méd. Congress*, Berlin.
(3) *Mind*, III, 1878, *Deafness*.
(4) Ribot, *loc. cit.*, p. 358.

ques tons perçus (Moos, Helmholtz, etc. Tantôt l'audition est demeurée des tonalités aiguës Habermann (1), Bezold (2), Bonnafont, Moos et Steinbrugge (3), Helmholtz (4), Schwartze (5), Brunner (6), Burnett (7), Toynbee; ailleurs ce sont les graves Moos (8), Knapp (9), Gellé, etc. tantôt les sons moyens manquent Wollaston (10), Knapp (11), Jacobson (12), ou des sons isolés ou en petit nombre Magnus (13), Rosenthal (14), Wolf (15), Politzer (16), Gradenigo (17), Goltstein (18), Burckart Mérian, Urbantschitsch (19), Hartmann, etc.

Nous avons dit, dans notre exposé des fonctions de la cochlée, que certaines nécropsies tendaient à confirmer la théorie de Helmholtz.

C'est ainsi qu'Habermann a observé une surdité pour les sons aigus chez un chaudronnier, à l'autopsie duquel il trouva une atrophie du nerf acoustique dans l'oreille interne.

Bezold (21) a vu cette perte coïncider avec l'atrophie du premier et du deuxième tour de spire du limaçon. Moos et Steinbrugge (*loc. cit.*) ont vu l'audition des sons élevés perdue chez un sujet auquel on trouva un carcinome du cerveau et une atrophie du premier tour de spire de la cochlée.

J'ai vu la surdité subtotale quelques jours avant une apo-

(1) *Arch. f. Ohren.*, XXX, p. 1.
(2) *Zeitschr. f. Ohren.*, XXIV, p. 257.
(3) *Zeitschr. f. Ohren.*, X, p. 1.
(4) *Heidelb. med. Verhandl.*, 6 déc. 1861. — Voir Moos, *Klinik f. Ohren.*, p. 365.
(5) *Arch. f. Ohren.*, I, p. 135.
(6) *Zeitschr. f. Ohren.*, III, p. 175.
(7) *In Politzer*, 3e édit., p. 481.
(8) *Verhand. d. Arch.*, 1864, XXXI, p. 1..
(9) *Arch. f. Aug. u. Ohren.*, 1871, II, p. 278..
(10) *Wollaston, Phil. Transact.*, 1820, p. 306.
(11) *Itard, Traité mal. oreilles*, 1821, II, p. 58.
(12) *Arch. f. Ohren.*, XXI, p. 3..
(13) *Arch. f. Ohren.*, 1880, II, p. 258.
(14) *Mon. f. Ohr.*, 1859, I, p. 8.
(15) *Arch. f. Ohren.*, IV, p. 135, et *Zeitschr. f. Ohren.*, XX, p. 103.
(16) *Politzer*, 3e édition.
(17) *Arch. f. Ohren.*, XXVII, p. ..
(18) *In Politzer*, 3e édition.
(19) *Leçons cliniques*, trad. Bigge, p. ..
(20) *Arch. f. Ohren.*, I, p. ..
(21) *Loc. cit.*

plexie mortelle, ailleurs à chaque période menstruelle (Gellé).

En effet les surdités, même partielles, peuvent reconnaître pour cause des lésions intracraniennes. Témoins entre autres les troubles passagers de l'audition que l'on observe parfois chez les migraineux, et les cas d'amusie qui coïncident avec des accidents paralytiques.

Knoblauch a donné un bon travail sur les troubles des facultés musicales dans les lésions cérébrales (1), Zwaardemaker suivant Lige...

D'après Munk, l'ablation de la partie postérieure du lobe temporal produit la perte de la sensation des sons graves et celle de la partie antérieure de ce lobe, l'abolition de tons aigus (2).

D'après Baginski (3) et Corradi (4), la destruction du limaçon cause la perte des sons élevés. Mais Stephanow n'a rien obtenu de semblable (5).

Les vivisections ne sont peut-être pas dans cet ordre de recherches très significatives. L'effet dépasse les limites de la lésion.

Nous ne répéterons point ce que nous avons dit au chapitre où il est traité des fonctions de l'appareil de conduction, de l'effet des lésions qui frappent celui-ci sur l'audition des sons musicaux, de l'action de la surtension rendant la conduction des tons élevés plus facile, etc., ce serait nous recommencer.

Les recherches expérimentales de Bezold-Ménon, de Burnett (6), ...ent que l'augmentation de la pression intralabyrinthique, au delà d'une certaine limite, supprime le fonctionnement des osselets et de la fenêtre ronde, qui cessent plus vite de conduire les tons élevés que les graves. Corradi (7) constate pareillement l'audition plus facile des sons élevés pendant les *pressions centripètes* de Gellé ; c'est une question de proportions et de mesure.

Influence de la température sur l'ouïe. — L'audition subite

(1) *Dissert. inaug.*, Leipzig, 1888. *Deutsch. Arch. f. klin. Med.*, XLIII, 1, 33. *Arch. f. Psychol.*, XX. ... *Fortschritte...*

(2) *Ber. d. ... Akad.*, Berlin, ... juin 1883, février 1886, et Untersuchungen ...

(3) *Virchow's Arch.*, XCIX.

(4) *Arch. f. Ohren.*, XXVII, p. ...

(5) *Arch. f. Ohren.*, XXX, p. ...

(6) *Arch. f. Aug. u. Ohren.*, II, Abth. ..., p. 1...

(7) *Arch. f. Ohren.*, III, p. 108.

à ce point de vue l'influence des conditions de l'innervation générale : la vitalité et les phénomènes d'innervation sont les origines de la température du corps ; bien qu'il résulte des études de Mosso qu'il se fait dans la masse cérébrale des productions spontanées et irrégulières de chaleur, la température agit sur les centres nerveux et l'ouïe en est affectée.

C'est ainsi que la température du corps est plus basse le matin (36° 5) et plus haute le soir (37 [illegible]) et l'acuité auditive offre à l'observation des fléchissements correspondants surtout chez les faibles, les convalescents, les neurasthéniques atteints ou non de lésions [illegible].

L'action d'un froid extrême engourdit les facultés et l'ouïe parallèlement (Larrey).

Les variations hygrométriques, celles de la pression atmosphérique ont sur certains sujets une action [illegible] dente, indépendamment des effets de la [illegible] insuffisante de la caisse tympanique [illegible].

Les oreilles malades supportent mal les augmentations (air comprimé) et les diminutions [illegible] en montagne) de la pression atmosphérique. Nous avons déjà [illegible] plus haut combien l'organe de l'ouïe a de rapports avec l'état de l'atmosphère et qu'il [illegible] la tension du milieu labyrinthique [illegible] équilibre à celle du milieu ambiant à l'état normal.

Les lésions auriculaires sont l'origine de [illegible] subjectifs, etc., sous l'influence des températures élevées, les lieux clos, ou dans les pays chauds et dans les appartements surchauffés.

Ces troubles sont [illegible] souvent [illegible] l'habitation en certains climats [illegible] dans les lieux élevés ou dans les villes, suivant les individualités.

Oscillations de l'acuité auditive, épuisement acoustique, transfert d'une oreille à l'autre de la capacité acoustique chez l'hystérique hémianesthésique (Gellé). — Normalement il existe de grandes variations dans l'acuité de l'audition sous [illegible] une foule de conditions générales ou [illegible] qui passent inaperçues et restent insensibles chez le bien entendant ; c'est le riche qui peut subir une perte légère sans s'en ressentir.

Le pauvre s'en aperçoit au contraire ; c'est le cas de l'individu dont les oreilles sont mauvaises : une petite diminution

peut alors équivaloir à une suppression complète de fonction. Aussi y a-t-il lieu surtout chez lui d'observer ces phénomènes d'instabilité : ces différences de niveau très curieux en certains cas par leur étendue : périodes menstruelles.

Chez les sujets névropathiques les oscillations offrent une courbe énorme parfois et à l'inspection seule du tracé de leur observation le diagnostic pourrait se poser sûrement d'une névrose.

J'ai signalé ce fait dans mes conférences à la Salpêtrière (1880-98). Urbantschitsch (1) dans son livre fait la même observation.

Ces oscillations auditives peuvent présenter un balancement alternatif d'une oreille à l'autre.

Urbantschitsch a noté ces alternances au cours de ses exercices acoustiques chez les sourds-muets et les sourds et il a remarqué qu'elles sont fréquentes sur les oreilles même normales ainsi que je l'ai dit. J'ai montré le premier qu'on peut faire naître ces alternances.

Le transfert de la sensibilité acoustique d'une oreille bien entendant à celle qui n'entend pas ou à peine a été découvert par Gellé au cours des études faites dans le service du Pr Charcot sur la métallothérapie à la Salpêtrière.

C'est à ce propos que je constatai que les hystériques hémianesthésiques présentaient sous l'action des métaux et également par l'effet des courants électriques faibles une augmentation progressive de l'ouïe du côté anesthésié et que ce bénéfice coïncidait avec une perte égale que avait du côté bien entendant (portées mesurées en centimètres sur le tube intraauriculaire et sur l'axe auditif) et était comme compensé par elle.

Il s'opérait donc un balancement transfert de la sensibilité d'une oreille à l'autre par les électrisations.

Depuis ce phénomène curieux a été constaté et décrit par un grand nombre d'observateurs en France et à l'étranger et il a été démontré que le transfert existe aussi pour la vision et pour le toucher en même temps (2).

1. *Traité d'otologie*, trad. Calmette.
2. Soc. Biologie, 1876-78 et *Études Fotol.*, t. I et II. Urbantschitsch, *Trav. acoust.*, loc. cit. Vigouroux, 1880. Petit, 1879. Binet, etc.

Urbantschitsch (*loc. cit.*) a signalé les oscillations sur des sujets ayant une audition normale ; cependant le phénomène bien accusé est moins fréquent dans ce cas que chez les sourds. Mais il existe normalement lorsqu'il s'agit de constater à la limite de l'audition du sujet.

Nous avons souvent dit combien l'attention agit énergiquement sur l'audition ; on s'est aperçu que certaines oscillations d'intensité allant jusqu'à causer les intermittences dans la sensation, très manifestes chez les enfants, les femmes et dans l'état pathologique, étaient dues évidemment à des oscillations de l'attention, et étaient par conséquent d'ordre psychique (ondes nerveuses, oscillations nerveuses (Cerveau, Richet, *loc. cit.*)

L'effort d'attention a pu de la sorte être approximativement mesuré (1).

L'épuisement de l'audition ou son affaiblissement par le fait d'un excès de fonctionnement est intéressant à étudier. On l'observe facilement chez les affaiblis, les convalescents, les opérés (grandes opérations abdominales), céphalalgiques et chez les neurasthéniques. L'ouïe peut devenir douloureuse alors.

Déjà les oscillations auditives dont nous venons de parler sont un signe d'abaissement de la force nerveuse générale autant que de celle de l'ouïe.

La coïncidence de lésions otiques bilatérales (grippe, fièvres graves, infections, etc.) accroît encore le phénomène.

Le choc nerveux peut suffire à produire l'inaudition subite ; cette perte brusque s'observe après l'accès d'hystérie ou d'épilepsie, par la peur, après une violente secousse morale, etc.

Nous ne rappellerons pas qu'à l'excitation acoustique succède aussitôt une phase dite réfractaire d'inexcitabilité, ou d'épuisement, que Richet a mesurée au point de vue de la durée (approximativement, car il existe plus d'un mode d'action d'un son sur le système nerveux acoustique).

Or cette phase est longue et peut être anormalement durable,

(1) Lange, *Étude psycho-physiol.* (en russe), Odessa, 1893. Münsterberg (Beitr..., *Exp. psychol.*, t. III ... *Rev. Théor. et psychol.* Exp. 1895, p. 49. Ribot, *De l'Attention*. Richet, *Essai de psychologie générale*. Wundt, Binet, *loc. cit.* ... *Le temps*, etc., 1881, p. 39. ... *loc. cit.* ... *Rev. phil.*, XXV, p. 369.

l'incapacité de comprendre la parole articulée (sons successifs), nous l'avons dit, peut reconnaître pour cause cette prolongation du temps d'inexcitabilité physiologique.

Nous avons montré expérimentalement la durée de cette incapacité fonctionnelle dans ce que nous avons publié tout d'abord sous le nom d'arrêt de l'accommodation (V. plus haut) et je reste convaincu que le spasme du tenseur joue dans ces conditions le principal rôle ; mais l'épuisement est réel souvent. On peut le phénomène de fatigue évident sur des oreilles, également saines, par l'expérience suivante.

Expérience. — Un diapason vibre avec force en face de l'oreille droite jusqu'à ce que le son reste imperçu à droite ; à ce moment on passe vivement le diapason à gauche près du méat et le son est entendu là ; on peut conclure que cette oreille n'est pas fatiguée et a gardé toute sa vivacité d'impression.

Parfois un repos suffit pour que le même diapason, mal entendu tout d'abord, s'entende plus distinctement ensuite.

L'expérience de Dove est analogue à la plus délicate. Le symptôme épuisement est très intéressant à constater en otologie, il a surtout rapport à l'élément nerveux. Au cours d'un examen d'audition on constate que la portée pour la montre, par exemple, s'abaisse à chaque épreuve renouvelée ; c'est un fait significatif (Helborg (1), Gradenigo (2), Gellé, *Conférences de la Salpêtrière* 1894-96 et *Traité d'otologie* 1880).

On n'a pas oublié la puissance dynamogénique des excitations sonores tant sur la fonction auditive que sur les centres nerveux, force à employer sur laquelle nous avons souvent insisté. Comment comprendre dès lors cet effet opposé, l'épuisement produit par la même action sensorielle ? C'est qu'en réalité toute réaction dépend du sujet, de l'état de son système nerveux, de son appareil récepteur et de l'activité psychique et de la persistance de la cause.

En physiologie générale, comme dans l'expérimentation sur les animaux, on observe quoi dynamogénie, les réflexes d'association se réalisent par une excitation qui reste dans les limites physiologiques, tandis que l'action déprimante, les réflexes perturbateurs d'arrêt, d'inhibition sont commandés

(1) *Wien. r. med. Presse*, 1887.
(2) Schwartze, *Manuel d'otologie*, p. 401.

par l'ennui ou comme une défense, par l'excès d'intensité de l'excitation qu'il soit dû à l'excitant lui-même ou à l'impressionnabilité maladive du patient, c'est là une loi générale.

Ce qui met en action l'organisme normal est une fatigue cause un malaise, l'intolérance, et amène un épuisement chez l'individu dont les organes auditifs ou le système nerveux restent sans énergie. Toute sensation naît du conflit entre le moi et le phénomène extérieur : c'est un choc ; ce choc énerve le faible et stimule le fort.

A ce point de vue, comme à beaucoup d'autres, l'homme est l'être ondoyant et divers de Montaigne. Notre sensibilité, notre raison, nos modes de réaction sont fort inégaux et souvent fort opposés suivant les conditions les plus diverses et à des instants d'ailleurs très rapprochés de notre vie.

Nous avons nécessairement limité cette étude de l'épuisement auditif ; cependant il est évident que l'audition subit l'influence de toutes les causes d'affaiblissement du système nerveux : tous les excès, les grandes hémorrhagies, les diarrhées graves, la dysenterie, les maladies aiguës, infectieuses, etc., amènent à leur suite la diminution de l'acuité auditive et son altération est plus grave chez le sourd.

Certains exercices violents, comme les excès du cyclisme par exemple, agissent vivement sur le système nerveux et sur l'audition. Le coureur anglais Michaël a décrit ses sensations au cours d'une lutte de vitesse en vélocipède : d'abord la vision s'affaiblit, puis il n'entend plus que la voix de son entraîneur ; après la douzième mille l'isolement est complet ; les cris de la foule ne sont qu'un murmure lointain. Cependant il entend dans l'espace des bruits qu'il qualifie de formidables. Après 30 milles il ne perçoit plus que le bruit de sa machine ; 5 milles plus loin il n'entend aucun son ; du reste il ne pense ni ne sent plus rien. Les sensations musculaires disparaissent à la fin ; il éprouve le sentiment de l'immobilité complète (*Méd. intern.*, 96).

Cette observation des effets de l'épuisement est, on le voit, des plus intéressantes.

Mémoire auditive. Obsession. Illusions de l'ouïe. Hallucinations auditives. Sensations sonores subjectives. Sensations phonoptiques. — Nous savons qu'il faut au son une certaine intensité et une durée suffisante pour qu'il

passe le seuil de la conscience et soit un état de conscience.

Auparavant il était un mouvement vibratoire fait de condensations et de dilatations moléculaires parfaitement inconscientes.

La force et la durée du mouvement vibratoire font de ces éléments infimes des groupes susceptibles d'agir sur les centres nerveux et que la conscience perçoit unifiés, synchrones, périodes.

Notre moi étant un microcosme, le domaine de l'inconscient est immense ; de temps en temps une partie de cet inconnu devient connaissable parce qu'elle a atteint l'intensité, la durée nécessaires et rencontré la sensibilité adéquate ; le phénomène arrive à la conscience à travers une période subconsciente.

La sensation se produit ; les sensations se succèdent, puis elles semblent oubliées ; or à une nouvelle apparition, elles sont reconnues ; il était resté une trace de l'ébranlement ou mieux des ébranlements nerveux qui déterminent la sensation : c'est la mémoire. Nous savons que la répétition, voire la durée, qu'elle crée un état d'excitation spéciale du sens de l'ouïe et même générale, qu'elle impose la sensation qui finit par dominer dans la conscience au point de l'obséder : obsession parfois.

Dans le cas de surdité et même dans la surdi-mutité, le travail dû à la répétition des excitations du sens auditif est d'abord inconscient et il paraît demeurer sans effet ; puis, peu à peu les phénomènes surgissent, deviennent perceptibles et finalement entrent dans la conscience. Sortie des limbes, la sensation sonore prend naissance ; elle a été précédée de mouvements vibratoires inconscients d'abord tactiles, de trépidations, puis enfin d'ébranlements indistincts mais sonores.

C'est un travail progressif, une succession d'actions nerveuses ignorées dirigées dans le même sens et dans le même temps qui éveillent l'attention et concentrent les impulsions devenant conscientes et fondent la mémoire.

Toute sensation est une adaptation ; la cellule qui a senti un son est disposée pour vibrer de nouveau à l'unisson une autre fois ; elle se souvient.

Mais la sensation n'est pas simple, sa nature est très complexe ; un sifflet n'est pas seulement un objet qui donne un ton sifflant ; c'est un ton pur, une forme, puis une couleur

un point, etc., de multiples excitations nerveuses hétérogènes correspondent à ce nom de sifflet, et la mémoire est formée de toutes ces images auditives, visuelles, motrices, etc., de ces représentations convergentes qui s'associent et s'entr'aident au moment de la « reconnaissance ».

L'éducation, l'exercice, l'habitude ont un rôle d'une importance majeure pour assurer la conservation des impressions.

Les « auditifs » sont les individus qui possèdent une aptitude particulière, qui apprennent par l'oreille et se souviennent mieux de ce qu'ils ont entendu ; mais s'ils perdent l'ouïe, ils subissent une grave incapacité, n'ayant plus les suppléances visuelles et motrices.

Le timbre des sons, leurs harmonies, leurs intervalles, les intonations de la parole, les patois, les accents, etc., se gravent vivement dans la mémoire, et longtemps après ils apparaissent spontanés ou rappelés à la conscience, ils émergent de l'inconscient par une cause quelconque.

Certains airs qui ont longtemps frappé l'oreille, nous reviennent aussi parfois en mémoire, pour ainsi dire malgré nous, et nous obsèdent ; ils renaissent au moindre bruit, puis disparaissent enfin.

Ces reviviscences succèdent en général à des excitations sonores ou très vives ou très longtemps répétées ; c'est certainement par le même mécanisme qu'on peut arriver d'abord à obtenir la sensation sonore, puis à la conserver et enfin à provoquer les efforts d'adaptation pour reproduire les sons dans l'éducation des sourds-muets.

L'illusion dans la reconnaissance d'un son, d'une voix s'explique par cette autre illusion que la mémoire garde intégralement les représentations initiales, les images entières, tandis que, remarque le Dr Ribot, « tout est estompé dans le souvenir et devient de plus en plus vague avec le temps ».

Une sensation sonore subjective peut donner l'illusion de la présence d'un grillon, par exemple, comme cela arriva à Urbantschitsch. Le sentiment d'extériorité de la cause de la sensation prenait sa source dans la mémoire ; un mouvement de la tête lui fit comprendre qu'il portait sa sensation avec lui.

L'hallucination auditive est un symptôme très fréquent des psychoses. Il en est de conscientes, c'est-à-dire dont se rendent

compte les individus qui les éprouvent. Dickens prétendait entendre la voix de ses personnages, et une femme tourmentée par des voix me disait qu'elle entendait ses pensées parler à son oreille. Nous pensons avec des mots : le langage intérieur comme l'extérieur paraît frapper l'oreille en ce cas. Ce sont là des phénomènes intéressants, hallucinatoires d'origine psychique, mais qui peuvent avoir comme point de départ local une affection des organes auriculaires, et surtout un bruit subjectif lié à une affection des nerfs, des organes périphériques ou des centres. Cependant le sujet qui entend une voix lui dire à l'oreille des menaces, des injures, des phrases, qui y croit, y obéit et admet l'extériorité de la cause, est un malade atteint d'une vésanie quel que soit l'état de son audition. Le vieil adage *Nihil in intellectu quod non fuit prius in sensu* est retourné : c'est l'état psychique qui donne le sens.

La connaissance du non moi, celle de l'extériorité du phénomène causal ou de l'origine intérieure de la sensation si nous subjective sont les éléments fondamentaux de notre sensibilité : leur perte indique un trouble mental profond.

La première donnée a synthétisé le moi : des premières sensations naît le sentiment de la personnalité ; de l'union des sensations et des actes et du même coup l'extériorité des phénomènes est apparue à la conscience. L'individu qui est atteint d'hallucination de l'ouïe extériorise sa sensation subjective, l'attribue à un être extérieur, à une cause en dehors de lui. Les associations de sensations et d'idées qui accompagnent toute perception, tout le travail univoque qui met en valeur un phénomène sans jamais l'isoler absolument du milieu, tout ce qui s'opère dans le cerveau au moment d'une sensation objective, est oublié de ce malade ; le sentiment de la personnalité est atteint aussi ; les bases mêmes du jugement sont ébranlées : c'est la déchéance des forces psychiques.

Cependant éprouver en l'absence de tout phénomène extérieur les sensations qu'apporte ce phénomène, d'ordinaire c'est une chose banale. Tout cela est commun chez les gens sains d'ailleurs d'esprit. C'est ce que cause la mémoire, dans le rêve, dans le rappel d'un souvenir qui émeut tout autant que le fait même. Pourquoi l'hallucination a-t-elle un caractère morbide ? Pourquoi est-elle signe d'insanité ? C'est qu

rien ne corrige l'erreur, et que la domination est entière de la sensation intérieure des paroles perçues sur le jugement de l'individu. Cette fixité de l'erreur tient à la suspension du contrôle des perceptions associées : les centres d'association sont incapables.

Audition colorée, esthésies réflexes, diffusion des excitations auditives. — L'énergie du courant sonore, qui frappe l'organe de l'ouïe, peut faire naître *ailleurs* des sensations subjectives diverses, algies, spasmes ou simples esthésies réflexes, ou par diffusion de l'excitation vers les foyers sensoriels voisins au moyen des fibres d'association cérébrales.

Urbantschitsch (1) a bien analysé ces localisations excentriques de la sensation auditive, telles que les malades les présentent. Une de mes nerveuses disait sentir l'impression sonore à l'occiput (fait assez fréquent), une autre à la gorge, à l'estomac, etc. Cela disparaît souvent par les exercices acoustiques.

L'audition simple provoque parfois encore la pâleur ou la rougeur de la face, des douleurs, algies, l'étourdissement, l'émotion, le frisson, la miction, etc., effets variables suivant les individus et plus vifs lors d'un premier examen et suivant le bruit, les états d'âme, les souvenirs, suivant les timbres, les intensités sonores, etc., etc. Souvenons-nous que l'ouïe est un peu voisine de la tactilité et qu'à la sensation sonore s'ajoute toujours l'éveil de la sensibilité générale.

Le phénomène extérieur ne touche jamais un seul mode de sensibilité exclusivement ; c'est notre attention qui fixe son choix ; il y a toujours une place pour l'inconscient actif cependant.

Nous avons dit souvent combien l'attention — et l'appréhension en est une forme exagérée — met les centres nerveux dans un état d'hyperexcitabilité non seulement auditive mais générale, puisque tous les sens et toute la motricité concourent à la connaissance, à la recherche, à l'analyse, au discernement, etc., du phénomène extérieur.

Cette sensibilité surexcitée explique le rayonnement des excitations nerveuses sur les foyers sensoriels voisins. D'où multiplicité des points touchés par une seule sensation sonore, surtout chez un nerveux, chez un prédisposé.

1. *Pflüger's Arch. f. Phys.*, 1888, XIII, p. 11 et XXIX.

Dans cet état d'hyperesthésie des sens, une impression visuelle ou autre) peut succéder aussitôt à la perception du son ; c'est ce qu'on appelle l'audition colorée.

Ce sont tantôt de simples éclats de lumière (photismes) qui apparaissent sous l'action d'un son, d'un bruit, et plus évidents dans l'obscurité ; tantôt ce sont de véritables phénomènes colorés (chromesthésie) qui envahissent les yeux.

Le travail excellent du D[r] Suarez d'Angers (1) est l'exposé complet de la question ; faits et théories y abondent, très clairement et fort complètement classés et discutés.

Le phénomène lumineux le plus simple et le plus fréquent est l'éclair lumineux blanc qui traverse les yeux quand un bruit violent secoue les organes et la sensibilité ; il s'y joute pour certains, chez moi, une contraction de l'orbiculaire palpébral comme dans la surprise ou la crainte ; les trois phénomènes sont concomitants ; le réveil de l'élément moteur n'étonnera pas ; c'est un geste réflexe de défense.

Pour moi, la sensation de flamme subite est d'autant plus vive que je sors la nuit d'un endroit bien éclairé. Il faut que le son ait une certaine intensité pour que les photismes, ainsi qu'on les nomme (Bleuler, Lehmann), apparaissent.

Ainsi, ce sont surtout les voyelles qui les produisent, les sons syllabiques, mieux que les musicaux. La plus grande variété de couleurs s'observe dans leurs rapports avec les langues sonores. Les sons graves paraissent sombres à l'un et les aigus très clairs au contraire ; les couleurs les plus souvent perçues par ordre de fréquence, sont le blanc et le gris, le rouge, le jaune, l'orange, le bleu, le violet, enfin le brun ; le vert est exceptionnel.

Les personnes qui voient ces couleurs sous l'influence des sons (voyelles, mots) peuvent souvent les faire apparaître dans le champ visuel par simple volition, par un effort psychique de mémoire (penser le mot), sans intervention d'un excitant extérieur ; et cette faculté de reviviscence existe dans certaines familles, de même que les photismes ne sont observés que dans une certaine classe de la société.

(1) Suarez de Mendoza, *De l'Audition colorée*, Paris, 1890. B. Bruyaud, *Gaz. pop.*, 1889, n° 4, 5. V. Mace, *thèse*, Paris, 1860. Goubet, *Audit. colorée* (Internat. Congress, London, 1892, p. 1). Urbantschisch, *Bull. méd.*, 1889, n° 3. W. S. Colman, *the Lancet*, 1[er] janvier 1898.

L'influence supérieure des sons complexes est accusée par tout le monde.

En général, à un seul ton correspond une seule teinte. Missbaumer cependant a noté jusqu'à quatorze teintes pour un seul son musical et y a pu voir l'analogue des quatorze tons qu'il y trouve.

En réalité, un son faible ne donne pas lieu au photisme, et le timbre de chaque instrument se caractérise par une teinte spéciale ; la tonalité a également une action sérieuse sur les teintes qui varient suivant la hauteur des sons, mais toujours le timbre a plus d'effet.

Les sons combinés donneraient lieu à des couleurs associées à une teinte résultante (Nuel, *Dict. phys.*, p. 655).

Les observations sont très curieuses, mais très diverses ; par exemple, le mot « Et » est bleu pour X et rose pour Y ; on est brun pour le premier sujet et blanc pour l'autre, etc. Aucune règle ne préside à la genèse de ces sensations qui sont le plus souvent identiques chez la même personne pour la même voyelle, mais non absolument. Il faut se rappeler en effet que la lettre alphabétique a ou a des sons très différents, ainsi que nous l'avons dit et que les phonogrammes le montrent.

La teinte de la voyelle colore le mot, parfois le mot, la phrase, le discours même sont revêtus d'une teinte uniforme ; les voyelles ouvertes ont plus de couleur (sons plus intenses).

Les sensations « phonoptiques » sont-elles très répandues ? Suarez en a trouvé assez rapidement un certain nombre. Beaucoup de ces personnes capables de provoquer à volonté les sensations visuelles par le fait d'excitations auditives, se rappellent avoir déjà dans l'enfance éprouvé ces phénomènes. Cependant on conçoit qu'il se fait une certaine éducation, par l'exercice qui concentre l'attention de ce côté, et que les tendances se systématisent. Peu à peu l'habitude se crée, développant la faculté d'observer et d'éprouver les nuances, les teintes, mais aussi l'aptitude à en faire naître. C'est ainsi que dans un cas cité un sujet a pu voir toutes les couleurs de l'arc-en-ciel se succéder.

Quant aux localisations de ces esthésies, il faut savoir combien il est difficile d'obtenir une réponse nette à ce sujet, à tel point que la suggestion y peut jouer un grand rôle ; l'imagination fait le reste. En général, les individus extério

raient leurs sensations colorées et à ce propos il est à noter que les sensations subjectives de l'ouïe ne semblent point être jamais l'origine d'esthésies visuelles ou autres et les hallucinations auditives non plus.

La théorie de l'audition colorée est encore à trouver. Nous avons cependant au cours de cet article rappelé la complexité de la sensation à laquelle toutes les sensibilités contribuent pour une part, une d'elles restant supérieure.

Cet éréthisme dû à l'attention active rend bien facile la compréhension des associations sensorielles anormales puisqu'elles existent physiologiquement. Il n'y a dans ces pseudesthésies dans ces phonopsies dans ces photismes, qu'une intensité un plus grand être qui place le phénomène subjectif dans la conscience et le met en évidence, c'est je crois l'opinion d'Urbantschitsch (*loc. cit.*).

Quelques-uns ont pensé qu'il y avait là une disposition naturelle de l'esprit (état psychique prédisposant) ce qui expliquerait la multiplicité des conditions qui semblent amener la genèse de ces sensations subjectives extra-auditives nées de l'audition. Et comme Suarez a noté la fréquence de ces réactions visuelles par les excitations de l'ouïe chez les membres d'une même famille, cela tendrait à confirmer l'existence d'une prédisposition primordiale héréditaire d'une excitabilité particulière chez les individus.

En résumé

Des multiples connexions des organes de l'ouïe et des foyers de l'audition il résulte que la sensation auditive ou l'excitation de l'oreille peuvent être le point de départ :

1° De réflexes d'adaptation de défense oculaires et binauriculaires et aussi des autres organes des sens (orientation) ;

2° D'une volition ou excitation motrice volontaire (attention) ou d'une inertie ou inhibition (révolution) ;

3° D'images acoustiques simples ou associées conventionnelles (musique, parole) ou de l'éveil d'images visuelles (audition colorée) ;

4° Du rappel d'images auditives ou représentations (mémoire ou de l'imperfection musicale, amusie).

5° D'excitation auditive (éducation) ou d'algies ou d'anesthésies diverses (douleurs) ;

6° D'hallucinations (audition intérieure, souvenirs, créations harmoniques) ;

7° De pensées, idées, mots (langage intérieur) ou d'obnubilations (incapacité, trouble mental) ;

8° D'excitations motrices d'adaptation à la reproduction du son (éducation, langage extérieur, écriture) ou perte de cette faculté, amnésie, aphasie) ;

9° De troubles vaso-moteurs locaux et généraux, tels que la pâleur, la rougeur, le frisson, la salivation, les sueurs, une hémorragie, un flux, la sclérose otique comme ultime effet ;

10° Un arrêt ou un trouble des fonctions du cœur (palpitations, syncope), des poumons (arrêt de respiration, angoisse), de l'équilibration (rotation, chute à terre sans perte de connaissance) ;

11° Enfin au point de vue affectif, d'émotions de plaisir, de douleur, d'antipathie, de sympathie.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Pages

CHAPITRE PREMIER

L'EXCITANT DE L'OUÏE. — VIBRATIONS SONORES

CHAPITRE II

LES ORGANES AUDITIFS. — ORGANES PÉRIPHÉRIQUES. CENTRES ACOUSTIQUES

CHAPITRE III

LA SENSATION AUDITIVE [illegible]



BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE
INTERNATIONALE

Publiée sous la direction de M. Émile ALGLAVE

La *Bibliothèque scientifique internationale* est une œuvre dirigée par les auteurs mêmes, en vue des intérêts de la science, pour la populariser sous toutes ses formes, et faire connaître immédiatement dans le monde entier les idées originales, les directions nouvelles, les découvertes importantes qui se font chaque jour dans tous les pays. Chaque savant expose les idées qu'il a introduites dans la science et condense pour ainsi dire ses doctrines les plus originales.

On peut ainsi, sans quitter la France, assister et participer au mouvement des esprits en Angleterre, en Allemagne, en Amérique, en Italie, tout aussi bien que les savants mêmes de chacun de ces pays.

La *Bibliothèque scientifique internationale* ne comprend pas seulement des ouvrages consacrés aux sciences physiques et naturelles, elle aborde aussi les sciences morales, comme la philosophie, l'histoire, la politique et l'économie sociale, la haute législation, etc.; mais les livres traitant des sujets de ce genre se rattachent encore aux sciences naturelles, en leur empruntant les méthodes d'observation et d'expérience qui les ont rendues si fécondes depuis deux siècles.

Les titres marqués d'un astérisque * sont adoptés par le *Ministère de l'Instruction publique* pour les Bibliothèques des lycées et des collèges.

Cette collection paraît à la fois en français et en anglais : à Paris, chez Félix Alcan ; à Londres, chez C. Kegan, Paul et Cie ; à New-York, chez Appleton.

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE D'APPARITION

91 VOLUMES IN-8, CARTONNÉS À L'ANGLAISE. CHAQUE VOLUME : 6 FRANCS.

1. J. TYNDALL. ***Les Glaciers et les Transformations de l'eau**, avec figures. 1 vol. in-8. 6e édition. 6 fr.
2. BAGEHOT. ***Lois scientifiques du développement des nations.** 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.
3. MAREY. ***La Machine animale**, locomotion terrestre et aérienne, avec de nombreuses fig. 1 vol. in-8. 5e édit. augmentée. 6 fr.
4. BAIN. ***L'Esprit et le Corps.** 1 vol. in-8. 6e édition. 6 fr.
5. PETTIGREW. ***La Locomotion chez les animaux**, marche, natation. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.

6\. HERBERT SPENCER. Le Science sociale. 1 v. in-8. 12e édit. 6 fr.

7\. SCHMIDT (O.). * La Descendance de l'homme et le Darwinisme. 1 vol. in-8, avec fig. 6e édition. 6 fr.

8\. MAUDSLEY. * Le Crime et la Folie. 1 vol. in-8. 6e édit. 6 fr.

9\. VAN BENEDEN. * Les Commensaux et les Parasites dans le règne animal. 1 vol. in-8, avec figures. 3e édit. 6 fr.

10\. BALFOUR STEWART. * La Conservation de l'énergie, avec figures. 1 vol. in-8, 6e édition. 6 fr.

11\. DRAPER. Les Conflits de la science et de la religion. 1 vol. in-8. 9e édition. 6 fr.

12\. L. DUMONT. * Théorie scientifique de la sensibilité. 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.

13\. SCHUTZENBERGER. * Les Fermentations. 1 vol. in-8, avec fig. 6e édition. 6 fr.

14\. WHITNEY. * La Vie du langage. 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.

15\. COOKE et BERKELEY. * Les Champignons. 1 vol. in-8, avec figures. 4e édition. 6 fr.

16\. BERNSTEIN. * Les Sens. 1 vol. in-8, avec 91 fig. 5e édit. 6 fr.

17\. BERTHELOT. * La Synthèse chimique. 1 vol. in-8. 8e édit. 6 fr.

18\. NIEWENGLOWSKI (H.). * La Photographie et la Photochimie. 1 vol. in-8, avec gravures et une planche hors texte. 6 fr.

19\. LUYS. * Le Cerveau et ses fonctions, avec figures. 1 vol. in-8. 7e édition. 6 fr.

20\. STANLEY JEVONS. * La Monnaie et le Mécanisme de l'échange. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.

21\. FUCHS. * Les Volcans et les Tremblements de terre. 1 vol. in-8, avec figures et une carte en couleur. 5e édition. 6 fr.

22\. GÉNÉRAL BRIALMONT. * Les Camps retranchés et leur rôle dans la défense des États, avec fig. dans le texte et 2 planches hors texte, 3e édit. (Épuisé.)

23\. DE QUATREFAGES. * L'Espèce humaine. 1 v. in-8. 12e édit. 6 fr.

24\. BLASERNA et HELMHOLTZ. * Le Son et la Musique. 1 vol. in-8, avec figures. 5e édition. 6 fr.

25\. ROSENTHAL. * Les Nerfs et les Muscles. 1 vol. in-8, avec 75 figures. 3e édition. (Épuisé.)

26\. BRUCKE et HELMHOLTZ. * Principes scientifiques des beaux-arts. 1 vol. in-8, avec 39 figures. 4e édition. 6 fr.

27\. WURTZ. * La Théorie atomique. 1 vol. in-8. 8e édition. 6 fr.

28-29\. SECCHI (le Père). * Les Étoiles. 2 vol. in-8, avec 63 figures dans le texte et 17 pl. en noir et en couleur hors texte. 3e édit. 12 fr.

30\. JOLY. * L'Homme avant les métaux. 1 vol. in-8, avec figures. 4e édition. 6 fr.

31 A. BAIN. * La Science de l'éducation. 1 vol. in-8. 8e édit. 6 fr.

32-33 THURSTON (R.). * Histoire de la machine à vapeur, précédée d'une introduction par M. Hirsch. 2 vol. in-8, avec 140 figures dans le texte et 16 planches hors texte. 3e édition. 12 fr.

34 HARTMANN (R.). * Les Peuples de l'Afrique. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édition. 6 fr.

35 HERBERT SPENCER. * Les Bases de la morale évolutionniste. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.

36 HUXLEY. * L'Écrevisse, introduction à l'étude de la zoologie. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édition. 6 fr.

37 DE ROBERTY. * De la Sociologie. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.

38 ROOD. * Théorie scientifique des couleurs. 1 vol. in-8, avec figures et une planche en couleur hors texte. 2e édition. 6 fr.

39 DE SAPORTA et MARION. * L'Évolution du règne végétal (les Cryptogames). 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

40-41 CHARLTON BASTIAN. * Le Cerveau, organe de la pensée chez l'homme et chez les animaux. 2 vol. in-8, avec figures. 2e éd. 12 fr.

42 JAMES SULLY. * Les Illusions des sens et de l'esprit. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.

43 YOUNG. * Le Soleil. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

44 DE CANDOLLE. * L'Origine des plantes cultivées. 4e édition. 1 vol. in-8. 6 fr.

45-46 SIR JOHN LUBBOCK. * Fourmis, abeilles et guêpes. Études expérimentales sur l'organisation et les mœurs des sociétés d'insectes hyménoptères. 2 vol. in-8, avec 65 figures dans le texte et 13 planches hors texte, dont 5 coloriées. 12 fr.

47 PERRIER (Edm.). La Philosophie zoologique avant Darwin. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.

48 STALLO. * La Matière et la Physique moderne. 1 vol. in-8. 2e éd., précédé d'une introduction par Ch. Friedel. 6 fr.

49 MANTEGAZZA. La Physionomie et l'Expression des sentiments. 1 vol. in-8. 3e édit., avec huit planches hors texte. 6 fr.

50 DE MEYER. * Les Organes de la parole et leur emploi pour la formation des sons du langage. 1 vol. in-8, avec 51 figures, précédé d'une introd. par M. O. Claveau. 6 fr.

51 DE LANESSAN. * Introduction à l'Étude de la botanique (le Sapin). 1 vol. in-8. 2e édit., avec 143 figures dans le texte. 6 fr.

52-53 DE SAPORTA et MARION. * L'Évolution du règne végétal (les Phanérogames). 2 vol. in-8, avec 136 figures. 12 fr.

54 TROUESSART. * Les Microbes, les Ferments et les Moisissures. 1 vol. in-8, 2e édit., avec 107 figures dans le texte. 6 fr.

55. HARTMANN (R.). * Les Singes anthropoïdes et leur organisation comparée à celle de l'homme. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
56. SCHMIDT (O.). * Les Mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques. 1 vol. in-8, avec 51 figures. 6 fr.
57. BINET et FÉRÉ. Le Magnétisme animal. 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.
58-59. ROMANES. * L'Intelligence des animaux. 2 v. in-8. 2e édit. 12 fr.
60. F. LAGRANGE. Physiologie des exercices du corps. 1 vol. in-8. 7e édition. 6 fr.
61. DREYFUS. * Évolution des mondes et des sociétés. 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.
62. DAUBRÉE. * Les Régions invisibles du globe et des espaces célestes. 1 vol. in-8, avec 85 fig. dans le texte. 2e édit. 6 fr.
63-64. SIR JOHN LUBBOCK. * L'Homme préhistorique. 2 vol. in-8, avec 228 figures dans le texte. 4e édit. 12 fr.
65. RICHET (Ch.). La Chaleur animale. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
66. FALSAN (A.). La Période glaciaire principalement en France et en Suisse. 1 vol. in-8, avec 105 figures et 2 cartes. 6 fr.
67. BEAUNIS (H.). Les Sensations internes. 1 vol. in-8. 6 fr.
68. CARTAILHAC (E.). La France préhistorique, d'après les sépultures et les monuments. 1 vol. in-8, avec 162 figures. 2e édit. 6 fr.
69. BERTHELOT. * La Révolution chimique, Lavoisier. 1 vol. in-8. 6 fr.
70. SIR JOHN LUBBOCK. * Les Sens et l'instinct chez les animaux, principalement chez les insectes. 1 vol. in-8, avec 150 figures. 6 fr.
71. STARCKE. * La Famille primitive. 1 vol. in-8. 6 fr.
72. ARLOING. * Les Virus. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
73. TOPINARD. * L'Homme dans la Nature. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
74. BINET (Alf.). Les Altérations de la personnalité. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
75. DE QUATREFAGES (A.). * Darwin et ses précurseurs français. 1 vol. in-8. 2e édition refondue. 6 fr.
76. LEFÈVRE (A.). * Les Races et les Langues. 1 vol. in-8. 6 fr.
77-78. DE QUATREFAGES. * Les Émules de Darwin. 2 vol. in-8, avec préfaces de MM. E. Perrier et Hamy. 12 fr.
79. BRUNACHE (P.). * Le Centre de l'Afrique. Autour du Tchad. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
80. ANGOT (A.). * Les Aurores polaires. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
81. JACCARD. Le Pétrole, le Bitume et l'Asphalte au point de vue géologique. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
82. MEUNIER (Stan.). La Géologie comparée. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
83. LE DANTEC. Théorie nouvelle de la vie. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
84. DE LANESSAN. Principes de colonisation. 1 vol. in-8. 6 fr.

85 DEMOOR, MASSART et VANDERVELDE. **L'Évolution régressive en biologie et en sociologie.** 1 vol. in-8, avec gravures. 6 fr.

86 MORTILLET (G. de). **Formation de la Nation française.** 1 vol. in-8, avec 150 gravures et 18 cartes. 6 fr.

87 ROCHÉ (G.). **La Culture des Mers** (piscifacture, pisciculture, ostréiculture). 1 vol. in-8, avec 81 gravures. 6 fr.

88 COSTANTIN (J.). **Les Végétaux et les Milieux cosmiques** (adaptation, évolution). 1 vol. in-8, avec 171 gravures. 6 fr.

89 LE DANTEC. **L'Évolution individuelle et l'hérédité.** 1 vol. in-8. 6 fr.

90 GUIGNET et GARNIER. **La Céramique ancienne et moderne.** 1 vol. in-8, avec grav. 6 fr.

91 GELLÉ (M. E.). **L'Audition et ses organes.** 1 vol. in-8, avec grav. 6 fr.

POUR PARAITRE PROCHAINEMENT

MEUNIER (St.). **La Géologie expérimentale.** 1 vol. in-8, avec grav. 6 fr.

COSTANTIN (J.). **La Nature tropicale.** 1 vol. in-8, avec gravures. 6 fr.

En vente chez tous les Libraires de la France et de l'Étranger

Envoi franco contre mandat poste à l'éditeur Félix ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain, Paris

---

Tours

PHILOSOPHIE — HISTOIRE

CATALOGUE

Livres de Fonds

[illegible]

PARIS
[illegible] BOULEVARD SAINT-GERMAIN [illegible]

NOVEMBRE 1898

[illegible] in-18, à [illegible] fr. 50 le vol.

[illegible] La Causalité efficiente. 1893.

[illegible] Philosophie du droit pénal. 4e édit.
[illegible] la Religion et de l'État. 2e édit.
[illegible] au France au XVIIIe siècle.
[illegible] et son histoire.
[illegible] Les Lois sociologiques. 3e édit.
[illegible] La Genèse de l'idée de temps.
[illegible] (F. de). La Religion de l'avenir. 4e édit.
[illegible] ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine [illegible]
[illegible] (C.-R.-C.). Problèmes d'Esthétique et de Morale. [illegible]
[illegible] SPENCER. * Classification des sciences. 6e édit.
— [illegible] contre l'État. 4e édit.
[illegible]. La Musique et la psycho-physiologie. [illegible]
[illegible] (Paul), de l'Institut. * Le Matérialisme contemporain. 6e édit.
— Philosophie de la Révolution française. 5e édit.
— Les Origines du socialisme contemporain. 2e édit. 1896.
— La Philosophie de Lamennais.
LACHELIER, de l'Institut. Du fondement de l'induction [illegible] psychologie et métaphysique. [illegible] édit. 1898.
LAMPÉRIÈRE (Mme A.). Rôle social de la femme, son éducation. 1898.
LANESSAN (J.-L. de). La Morale des philosophes chinois. 1896.
LANGE, professeur à l'Université de Copenhague. Les émotions, [illegible] psycho-physiologique, traduit par G. Dumas. 1895.
LAUGEL (Auguste). L'Optique et les Arts.
— * Les Problèmes de l'âme.
— Problème de la nature.
LE BLAIS. Matérialisme et Spiritualisme.
LE BON (Dr Gustave). * Lois psychol. de l'évolution des peuples. [illegible] 1898.
— * Psychologie des foules. [illegible] édit. 1898.
LÉCHALAS. * Étude sur l'espace et le temps. [illegible]
LE DANTEC, docteur [illegible]. Le Déterminisme biologique et la Personnalité consciente. [illegible]
— L'Individualité et l'Erreur individualiste. 1898.
LEFÈVRE, docteur ès lettres. Obligation morale et idéalisme. 1895.
LEOPARDI. Opuscules et Pensées, traduit de l'italien par M. Aug. Dapples.
LEVALLOIS (Jules). Déisme et Christianisme.
LIARD, de l'Institut. * Les Logiciens anglais contemporains. 3e édit.
— Des définitions géométriques et des définitions empiriques. 2e édit.
LICHTENBERGER (Henri) [illegible]. La philosophie de Nietzsche. [illegible]
LOMBROSO. L'Anthropologie criminelle et ses récents progrès. [illegible] 1896.
— Nouvelles recherches d'anthropologie criminelle et de psychiatrie. 1895.
— Les applications de l'anthropologie criminelle. 1892.
LUBBOCK (Sir John). * Le Bonheur de vivre. 2 volumes. [illegible] édit.
— L'Emploi de la vie. [illegible]
LYON (Georges) [illegible] à l'École normale. * La Philosophie de Hobbes.
MARIANO. La Philosophie contemporaine en Italie.
MARION, professeur à la Sorbonne. * J. Locke, sa vie, son œuvre. [illegible] édit.
MAUS (I.), avocat à la Cour d'appel de Bruxelles. De la Justice pénale.
MILHAUD [illegible]. Essai sur les conditions et les limites de la Certitude logique. 2e édit. 1898.
— Le Rationnel. [illegible]
MOSSO. La Peur, étude psycho-physiologique (avec figures). [illegible] édit.
— * La fatigue intellectuelle et physique, trad. de l'italien par P. Langlois. [illegible] édit. [illegible] avec [illegible]

NORDAU (Max). * Paradoxes psychologiques, trad. [illegible]
— Paradoxes sociologiques, trad. Dietrich 2e édit. 1898.
Psycho-physiologie du Génie et du Talent. [illegible] édit. 189[illegible]
NOVICOW (J.). L'Avenir de la Race blanche. 1897.
OSSIP-LOURIÉ. Pensées de Tolstoï. 1898.
PAULHAN (Fr.). Les Phénomènes affectifs et les lois de leur apparition.
— * Joseph de Maistre et sa philosophie. 1893.
PILLON (F.). La Philosophie de Ch. Secrétan. 1898.
PILO (Mario), professeur au lycée de Bellune (Italie). La psychologie du Beau et de l'Art, trad. par Aug. Dietrich. 1895.
PIOGER (Dr Julien). Le Monde physique, essai de conception expérimentale. 18[illegible]
QUEYRAT (Fr.), professeur de l'Université. * L'imagination et ses variétés chez l'enfant. 2e édit. 1896.
— * L'abstraction, son rôle dans l'éducation intellectuelle. 1894.
— Les Caractères et l'éducation morale. 1896.
REGNAUD (P.), professeur à l'Université de Lyon. Logique évolutionniste. L'entendement dans ses rapports avec le langage. 1897.
— Comment naissent les mythes. 1897.
RÉMUSAT (Charles de), de l'Académie française. * Philosophie religieuse.
RENARD (Georges), professeur à l'Université de Lausanne. Le régime socialiste, son organisation politique et économique. 2e édit. 1[illegible]
RIBOT (Th.), professeur au Collège de France, directeur de la Revue philosophique. La Philosophie de Schopenhauer. 6e édition.
* Les Maladies de la mémoire. 12e édit.
* Les Maladies de la volonté. 11e édit.
* Les Maladies de la personnalité. 7e édit.
* La Psychologie de l'attention. 4e édit.
RICHARD (G.), docteur ès lettres. Le Socialisme et la Science sociale. 1897.
RICHET (Ch.). Essai de psychologie générale (avec figures). 2e édit. 18[illegible]
ROBERTY (E. de). L'Inconnaissable, sa métaphysique, sa psychologie.
— L'Agnosticisme. Essai sur quelques théories pessim. de la connaissance. 2e édit.
— La Recherche de l'Unité. 1 vol. 1893.
Auguste Comte et Herbert Spencer. [illegible]
* Le Bien et le Mal. 1896.
Le Psychisme social. 1897.
Les Fondements de l'Éthique. 18[illegible]
ROISEL. De la Substance.
— L'Idée spiritualiste. 189[illegible]
SAIGEY. La Physique moderne. 2e édit.
SAISSET (Émile), de l'Institut. * L'Âme et la Vie.
— * Critique et Histoire de la philosophie (fragm. et disc.).
SCHOEBEL. Philosophie de la raison pure.
SCHOPENHAUER. * Le Libre arbitre, traduit par M. Salomon Reinach. 7e édit.
— * Le Fondement de la morale, traduit par M. A. Burdeau. 6e édit.
— Pensées et Fragments, avec intr. par M. J. Bourdeau. 1[illegible]e édit.
SELDEN (Camille). La Musique en Allemagne, étude sur Mendelssohn.
SIGHELE. La Foule criminelle, essai de psychologie collective.
STRICKER. Le Langage et la Musique, traduit de l'allemand par M. Schwiedland.
STUART MILL. * Auguste Comte et la Philosophie positive. [illegible]e édit.
— * L'Utilitarisme. 2e édit.
Correspondance inédite avec Gustave d'Eichthal (1828-18[illegible]) [illegible]
[illegible] 1898.
TAINE (H.), de l'Académie française. * Philosophie de l'art dans les Pays-Bas.
TARDE. La Criminalité comparée. 4e édition. 1898.
— * Les Transformations du Droit. 2e édit. 1891.
Les Lois sociales. 1898.
THAMIN (R.), professeur [illegible] * Éducation et positivisme. 2e édit. 1895. Ouvrage couronné par l'Institut.

[illegible]

[illegible] traduit par [illegible]

[illegible] traduit par M. [illegible]

[illegible] est [illegible] en morale, traduit par M [illegible]

[illegible] DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-8.

[illegible] (Cart. angl. [illegible]) [illegible] parvol.

[illegible] * La Philosophie en France (première moitié du XIXe siècle) 7 fr. 50

[illegible] De l'Espèce et des Classifications 5 fr.

[illegible] Psychologie du peintre 5 fr.

[illegible] La contagion du meurtre 1896 [illegible] 5 fr.

[illegible] La Logique inductive et déductive. Trad. [illegible] l'anglais par Compayré. 2 vol. [illegible] édition 20 fr.

[illegible] Sens et l'Intelligence 1 vol. Trad. par M. Cazelles. 3e édit. 10 fr.

[illegible] Émotions et la Volonté. Trad. par M. Le Monnier 10 fr.

[illegible] Le Développement mental chez l'enfant et dans la race [illegible] 7 fr. [illegible]

[illegible] * La Morale dans la démocratie. 2e édit. 5 fr.

[illegible] SAINT-HILAIRE [illegible] La Philosophie dans ses rapports [illegible] les sciences et la religion 5 fr.

[illegible] Matière et mémoire [illegible] sur les relations du corps [illegible] l'esprit 1896 5 fr.

[illegible] sur les données immédiates de la conscience [illegible]

[illegible] L'Enseignement intégral 1898 [illegible] fr.

[illegible] * L'Idée du Phénomène 1894 [illegible] fr.

[illegible] Le Problème de la mort [illegible] la science [illegible] 5 fr.

[illegible] * L'expression des émotions et des tendances dans le langage [illegible] 7 fr. 50

[illegible] Études [illegible] de la philosophie [illegible]

[illegible] De l'Erreur [illegible] 1897 [illegible]

[illegible] * Spinoza 1894 3 fr. 75

La modalité du jugement [illegible] fr.

[illegible] (Ludovic) professeur à la Sorbonne. La Philosophie religieuse en Angleterre, depuis Locke jusqu'à nos jours 5 fr.

[illegible] Nature et Moralité [illegible] fr.

[illegible] * L'Alternative. [illegible] 2e édit. 10 fr.

[illegible] (Howard) * La Philosophie de Herbert Spencer, avec préface de Herbert Spencer, traduit par H. de Varigny. 2e édit. 1895 10 fr.

[illegible] La Sociologie [illegible] 1897 7 fr. 50

[illegible] Théorie de l'ondulation universelle 1894 3 fr. 75

[illegible] L'Écriture et le Caractère. 4e édit. 1897 7 fr. 50

[illegible] docteur ès lettres * Condillac et la Psych. anglaise contemp. 5 fr.

[illegible] * Kant et Fichte et le problème de l'éducation [illegible] (Ouvrage couronné par l'Académie française) [illegible] fr.

[illegible] Aperçus de taxinomie générale 189[illegible] [illegible]

DURKHEIM [illegible] * De la division du travail social. 1893 7 fr. 50

Le Suicide [illegible] 7 fr. 50

[illegible]

[illegible] Espinas, [illegible] [illegible]

[illegible]

S (A.), professeur à la Sorbonne. La philosophie sociale [illegible]
la révolution française. [illegible]
RO (G.). Les lois [illegible] du symbolisme. 1895.
(Louis), professeur [illegible] de Rome. La Psychologie de [illegible]
depuis Hobbes jusqu'à nos jours.
[illegible] d'Edimbourg. *La Philos. de l'histoire en Allemagne 7 [illegible]
professeur au lycée Buffon. *Essai sur le libre arbitre. Ouvrage [illegible] par l'Académie des sciences morales et politiques. 2e éd. 1895. 10 [illegible]
[illegible] (Alf.), de l'Institut. *La Liberté et le Déterminisme. 1 vol. 2e édit. 7 fr.
Critique des systèmes de morale contemporains. 2e édit. 7 fr.
*La Morale, l'Art, la Religion, d'après Guyau. 2e édit. 3
L'Avenir de la Métaphysique fondée sur l'expérience.
L'Évolutionnisme des idées-forces. 7 fr.
— *La Psychologie des idées-forces. 2 vol. 1893. 15
— Tempérament et caractère. 1895. 7 fr.
— Le Mouvement positiviste et la conception sociale du monde. 1896. 7
Le Mouvement idéaliste et la réaction contre la science posit. 1896. 7
Psychologie du peuple français. 7
FRANCK (A.), de l'Institut. Philosophie du droit civil. 5
FULLIQUET. Essai sur l'Obligation morale. 1898. 7 fr.
GAROFALO, agrégé de l'Université de Naples. La Criminologie. 4e édit. 7 fr.
— La superstition socialiste. 1895.
GOBLOT (E.), docteur ès lettres. Essai sur la Classif. des sciences. 5
GODFERNAUX (A.), docteur ès lettres. *Le sentiment et la pensée et leurs principaux aspects physiologiques. 1894.
GORY (G.), docteur ès lettres. L'Immanence de la raison dans la connaissance sensible. 1896. fr.
GREEF (de), prof. à la nouvelle Université libre de Bruxelles. Le transformisme social. Essai sur le progrès et le regrès des sociétés. 1895. 7 [illegible]
GURNEY, MYERS et PODMORE. Les Hallucinations télépathiques, traduit et abrégé des « *Phantasms of The Living* » par L. Marillier, préf. de Ch. Richet. [illegible] 7 fr.
GUYAU (M.). *La Morale anglaise contemporaine. 4e édit. [illegible]
— Les Problèmes de l'esthétique contemporaine.
— Esquisse d'une morale sans obligation ni sanction. 3e édit. 5 fr.
L'Irréligion de l'avenir, étude de sociologie. [illegible] édit. 7
— *L'Art au point de vue sociologique. 7 fr.
*Hérédité et Éducation, étude sociologique. 3e édit. 5
HERBERT SPENCER. *Les Premiers principes. Traduc. Cazelles. [illegible]
— *Principes de biologie. Traduit par M. Cazelles. 4e édit. 2 vol. fr.
— *Principes de psychologie. Trad. par MM. Ribot et Espinas. 2 vol. 20 fr.
*Principes de sociologie. 4 vol., traduits par MM. Cazelles et Gerschel. Tome I. 10 fr. — Tome II. 7 fr. 50. — Tome III. 15 fr. — Tome IV. [illegible] fr.
— *Essais sur le progrès. Traduit par M. A. Burdeau. 5e édit. 7 fr.
— Essais de politique. Traduit par M. A. Burdeau. 4e édit. 7 fr.
Essais scientifiques. Traduit par M. A. Burdeau. [illegible] édit. 7 fr.
— *De l'Éducation physique, intellectuelle et morale. 10e édit. (Voy. p. 3, 20 et 21.)
HIRTH (G.). *Physiologie de l'Art. Trad. et introd. de M. L. Arréat.
HUXLEY, de la Société royale de Londres. *Hume, sa vie, sa philosophie. Trad. de l'anglais et précédé d'une introduction par M. G. Compayré. 5 [illegible]
IZOULET (J.), professeur au Collège de France. *La Cité moderne, métaphysique de la sociologie. 4e édit. 1897. [illegible]
JANET (Paul), de l'Institut. *Les Causes finales. 3e édit. [illegible]
— *Histoire de la science politique dans ses rapports avec la morale. 2 vol. 3e édit., revue, remaniée et considérablement augmentée. [illegible]

[illegible] L'Antisémitisme. [illegible]
[illegible] Propriété sociale. 2e éd. 1894. [illegible]
[illegible] et Religion. Traduit par MM. Marillier et Dorr. [illegible] 10 fr.
[illegible] *De la Propriété et de ses [illegible] 10 fr.
[illegible] générale. 2 vol. 2e édit. [illegible] 15 [illegible]
[illegible] du socialisme. 1896. 7 fr. [illegible]
[illegible] Philosophie de Jacobi. 1894. 5 [illegible]
[illegible] de la Métaphysique. [illegible] 7 fr. 50
[illegible] professeur à l'Université de [illegible] Richard Wagner [illegible]
[illegible] criminel (criminel-né, fou-moral, épileptique), précédé [illegible] Letourneau. 2e éd. 2 vol. et atlas. 1895. 36 fr.
[illegible] La Femme criminelle et la prostituée. Avec planches [illegible] 15 fr.
[illegible] Le Crime politique et les Révolutions. 2 vol. avec [illegible]
[illegible] maître de conférences à l'École normale supérieure. *L'Idéalisme [illegible] au XVIIIe siècle. 7 fr. 50
[illegible] docteur ès lettres. Les Éléments du caractère et leurs lois de [illegible] 5 fr.
[illegible] la Sorbonne. *De la Solidarité morale. Essai de [illegible] 2e édit. 1897. 5 fr.
[illegible] ès lettres. La perception extérieure et la science positive, [illegible] des sciences. 1894. 5 fr.
[illegible] La Crise religieuse. 7 fr. 50
[illegible] l'Université [illegible] Oxford. Nouvelles études de mythologie, [illegible] 12 fr. 50
[illegible] correspondant de l'Institut. La physique moderne. 2e édit. 5 fr.
[illegible] de l'hypothèse. 2e édit. 5 fr.
[illegible] de la philosophie. 1894. 5 fr.
[illegible] 2e édit. 1898. 5 fr.
[illegible] *Dégénérescence, traduit de l'allemand par Aug. Dietrich. [illegible] 2 vol. Tome I. 7 fr. 50. Tome II. 10 fr.
[illegible] conventionnels de notre civilisation. [illegible] Dietrich. 5 fr.
[illegible] Les Luttes entre Sociétés humaines et leurs phases successives. 10 fr.
[illegible] gaspillages des sociétés modernes. 2e éd. 1899. 5 fr.
[illegible] professeur à l'Université de Kiel. *Le Bouddha, sa Vie, sa Doctrine, [illegible] trad. par P. Foucher. Préf. de Sylvain Lévy. 1894. 7 fr. 50
[illegible] mentale et les Éléments de l'esprit. 10 fr.
[illegible] intellectuels : esprits logiques et esprits faux. 1896. 7 fr. 50
[illegible] docteur ès lettres. *L'Éducation de la volonté. [illegible] 5 fr.
[illegible] la croyance. 1896. 5 fr.
[illegible] L'Art et le Réel. [illegible] 3 fr. 75
(Bernard). Les Trois premières années de l'enfant. 5e édit. 5 fr.
[illegible] de trois à sept ans. 3e édit. 5 fr.
[illegible] morale dès le berceau. 3e édit. 1896. 5 fr.
[illegible] éducation intellectuelle dès le berceau. 1896. 5 fr.
[illegible] La Personne humaine. 1898. [illegible] 7 fr. 50
[illegible] de l'homme. 1898. 5 fr.

L'Hérédité psychologique.

des idées générales.

L'Individu et ... l'Etre social.

Aphorismes sur la sagesse dans la vie.

... du principe de la raison ...

... de l'idéal et du réel. Trad. par M. Can...

Le Monde comme volonté et comme représentation.

Le Psychologie ...

Trad. par M. Mosso. ... figures.

SOLLIER (Dr P.). Psychologie de l'idiot et de l'imbécile.

SOURIAU, prof. à l'Univ. ... L'Esthétique ...

* La suggestion dans l'art.

STUART MILL. * Mes Mémoires. Histoire ...

* Système de logique déductive et inductive.

Essais sur la religion. 2e édit.

Lettres inédites à Aug. Comte ...

... traduite ...

... La Psychologie ...

Études sur l'enfance ...

... La logique sociale.

* Les lois de l'imitation. ...

L'opposition universelle.

... L'Éducation des sentiments.

... La Religion.

... * Essais de philosophie critique.

Religion.

... Éléments de psychologie physiologique.

MODERNE

Phi-

... in-8, 1888. 7 fr. 50

... Le Manuel ... et ses rapports avec les Doctrines contemporaines, par M. GUYAU. 1 volume in-8, 2e édit. .. 7 fr. 50

... ARD. La Philosophie mystique, ... de ... La Ph... et la ... Inde. ... La Philosophie ... ... et les ... grecs. 1 v. in-8 ... fr.

FABRE (Joseph). Histoire de la philosophie, antiquité et moyen âge. 1 vol. in-12 ... 3 fr. 50

FAYRE (Mme Jules), née VELTEN. La Morale des stoïciens. In-18. 3 fr. 50

— La Morale de Socrate. In-18. 3 fr. 50

— La Morale d'Aristote. 1 v. 3 fr. 50

OGEREAU. Système philosophique des stoïciens. In-8. ... 5 fr.

RÖBIER ... La Psychologie ... ... de Lampsaque. In-8. 3 fr.

TANNERY (Paul). Pour l'histoire de la science hellène (de Thalès à Empédocle). 1 v. in-8. 1887 ... 7 fr. 50

MILHAUD (G.). Les origines de la science grecque. 1 vol. in-8. 1893 ... 5 fr.

... d'Aristote ... fr. 50 ... La Philosophie de ... 2 vol. ... 15 fr. ... morale, par ... 3 fr. 50 ... philosophique ... Platon, par Ch. Bénard ... 16 fr. ... ... 5 fr.

PHILOSOPHIE MODERNE

... D. Liard. 1 vol. ... 5 fr. ... philosophique de Descartes ... in-8. ... 6 fr. ... de Spinoza ... 12 fr. ... vol. in-8 sur papier ... 45 fr. ... volumes ... 12 fr.

... avec une introduction par A.-J. Bouyard van Vloten. 1 v. in-8 sur papier de Hollande. ... 45 fr.

GEULINCX (Arnold). Opera philosophica recognovit J.-P.-N. Land, 3 volumes, sur papier de Hollande, gr. in-8. Chaque vol. ... 17 fr. 75

GASSENDI. La Philosophie de Gassendi, par P.-F. Thomas. In-8. 1889 ... 6 fr.

LOCKE. Sa vie et ses œuvres, par Marion. In-18. 3e éd. ... 2 fr. 50

MALEBRANCHE. La Philosophie de Malebranche, par Ollé-Laprune, de l'Institut. 2 volumes in-8 ... 16 fr.

PASCAL. **Études sur le scepticisme de Pascal**, par Droz. 1 vol. in-8. 6 fr.

VOLTAIRE. **Les Sciences au XVIIIe siècle.** Voltaire physicien, par Em. Saigey. 1 vol. in-8. 5 fr.

FRANCK (Ad.), de l'Institut. **La Philosophie mystique en France au XVIIIe siècle.** 1 volume in-18. 2 fr. 50

DAMIRON. [illegible] à l'histoire de [illegible] XVIIIe siècle. 3 vol. [illegible]

J.-J. ROUSSEAU. **Du Contrat social**, édition comprenant avec le texte définitif les versions primitives de l'ouvrage d'après les manuscrits de Genève et de Neuchâtel, avec introduction par Edmond Dreyfus-Brisac. 1 fort volume grand in-8. 12 fr.

PHILOSOPHIE ÉCOSSAISE

DUGALD STEWART. ***Éléments de la philosophie de l'esprit humain.** 3 vol. in-12. 9 fr.

HUME. ***Sa vie et sa philosophie**, par Th. Huxley. 1 vol. in-8. 5 fr.

BACON. **Étude sur François Bacon**, par J. Barthélemy-Saint-Hilaire. In-18. 2 fr. 50

BACON. ***Philosophie de François Bacon**, par Ch. Adam. (Couronné par l'Institut). In-8. 7 fr. 50

BERKELEY. **Œuvres choisies.** *Essai d'une nouvelle théorie de la vision. Dialogues d'Hylas et de Philonoüs.* Trad. de l'anglais par MM. Beaulavon (G.) et Parodi (D.). In-8. 1895. 5 fr.

PHILOSOPHIE ALLEMANDE

KANT. **La Critique de la raison pratique**, traduction nouvelle avec introduction et notes, par M. Picavet. 1 vol. in-8. 6 fr.

— **Éclaircissements sur la Critique de la raison pure**, trad. Tissot. 1 vol. in-8. 6 fr.

— ***Principes métaphysiques de la morale**, et *Fondements de la métaphysique des mœurs*, traduct. Tissot. In-8. 8 fr.

— **Doctrine de la vertu**, traduction Barni. 1 vol. in-8. 8 fr.

— ***Mélanges de logique**, traduction Tissot. 1 v. in-8. 6 fr.

— ***Prolégomènes à toute métaphysique future** qui se présentera comme science, traduction Tissot. 1 vol. in-8. 6 fr.

— ***Anthropologie**, suivie de divers fragments relatifs aux rapports du physique et du moral de l'homme, et du commerce des esprits d'un monde à l'autre, traduction Tissot. 1 vol. in-8. 6 fr.

— **Traité de pédagogie**, trad. J. Barni; préface et notes par M. Raymond Thamin. 1 vol. in-12. 2 fr. 50

— **Essai critique sur l'Esthétique de Kant**, par V. Basch. 1 vol. in-8. 1896. 10 fr.

— **Sa morale**, par Cresson. 1 vol. in-12. 2 fr. 50

KANT et FICHTE **et le problème de l'éducation**, par Paul Duproix. 1 vol. in-8. 1897. 5 fr.

SCHELLING. **Bruno**, ou du principe divin. 1 vol. in-8. 3 fr. 50

HEGEL. ***Logique.** 2 vol. in-8. 14 fr.

— ***Philosophie de la nature.** 3 vol. in-8. 25 fr.

— ***Philosophie de l'esprit.** 2 vol. in-8. 18 fr.

— ***Philosophie de la religion.** 2 vol. in-8. 20 fr.

— **La Poétique**, trad. par M. Ch. Bénard. Extraits de Schiller, Goethe, Jean-Paul, etc. 2 v. in-8. 12 fr.

— **Esthétique.** 2 vol. in-8, trad. Bénard. 16 fr.

— **Antécédents de l'hégélianisme dans la philosophie française**, par E. Beaussire. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **Introduction à la philosophie de Hegel**, par Véra. 1 vol. in-8. 2e édit. 6 fr. 50

— **La logique de Hegel**, par Eug. Noël. In-8. 1897. 3 fr.

HERBART. **Principales œuvres pédagogiques**, trad. A. Pinloche. In-8. 1894. 7 fr. 50

HUMBOLDT (G. de). **Essai sur les limites de l'action de l'État.** In-8. 3 fr. 50

MAUXION (M.). **La métaphysique de Herbart et la critique de Kant.** 1 vol. in-8. 7 fr. 50

RICHTER (Jean-Paul-Fr.). **Poétique ou Introduction à l'Esthétique.** 2 vol. in-8. 1862. 15 fr.

SCHILLER. **Son esthétique**, par Fr. Montargis. In-8. 4 fr.

[illegible] ... CONTEMPORAINE

[illegible] ... (philosophie contemporaine, pages [illegible] et [illegible].)

[illegible] — BAIN [illegible] — CARRAU (Lud.). — GUYAU (M.). — [illegible] FONSEGRIVE (L.). — FLINT. — [illegible]. — [illegible] FLOURNOY. — [illegible]. — HUXLEY. — [illegible]. — LANG, [illegible] LYON (Georges). — MARION. — MAUDSLEY. [illegible] SULLY (James).

[illegible] PHIE ALLEMANDE CONTEMPORAINE

[illegible] (philosophie contemporaine, pages [illegible] et [illegible].)

[illegible] NIETZSCHE (Fr.). — NORDAU. — OLDENBERG. [illegible] RIBOT (Th.). — SCHMIDT (O.). — [illegible]. [illegible] (C.). — STRICKER. — WUNDT. — ZELLER.

[illegible] ITALIENNE CONTEMPORAINE

[illegible] de philosophie contemporaine, pages [illegible] et [illegible].)

[illegible] — FERRI (Enrico). — FERRI (L.). — GAROFALO. — [illegible] — LOMBROSO. — LOMBROSO et FERRERO. — LOMBROSO et LASCHI. — MOSSO. — PILO. — MARCO. — SERGI. — SIGHELE.

LES GRANDS PHILOSOPHES

Publié sous la direction de M. l'Abbé PIAT

[illegible]

PARAITRONT DANS LE COURANT DE L'ANNÉE [illegible]

Avicenne, [illegible]

Saint Anselme, [illegible]

Socrate, par M. [illegible]

Saint Augustin, par M. [illegible]

Descartes, [illegible]

Saint Thomas d'Aquin, par M. [illegible]

Malebranche, par M. [illegible]

Saint Bonaventure, [illegible]

Maine de Biran, par M. [illegible]

Rosmini, par M. [illegible]

Pascal, par M. [illegible]

Kant, par M. [illegible]

Spinoza, par M. [illegible]

Duns Scot, par [illegible]

SCIENCES SOCIALES

VOLUMES PUBLIÉS

Collection de l'... ...

... social.

Questions du temps

EN PRÉPARATION

méthode historique appliquée aux sciences sociales.

formation de la démocratie socialiste en France.

mouvement social catholique

méthode géographique appliquée

L'Université de

décomposition du Marxisme.

statistique sociale

économique

l'industrie moderne.

D'HISTOIRE CONTEMPORAINE

vol. in-12

EUROPE

L'Europe pendant la Révolution française

l'Instruction publique. Histoire

1830. vol. in-8. Ouvrage couronné

FRANCE

Le Culte de la Raison et le Culte

(1793-1794). 1 vol. in-12.

la Révolution française.

Vandalisme révolutionnaire. Fondations

la Convention. 4ᵉ édition

1 vol. in-12.

Histoire

et de l' en France

Paris pendant une année de la Révolution

ancien député. Variétés révolutionnaires. vol.

d'une préface de A. RANC. Chaque vol. séparém.

*Napoléon et la société de son

1 vol. 7 fr.

* La Révolution française, résumé historique.

de Dix ans 1830-1840. 5 vol. in-8.

pour l'Histoire de Dix

de Huit ans (-1848) 3 vol. in-8

pour l'Histoire de Huit ans.

l'Université de Dijon. *Les Colonies

édit.

politique et sociale. 1 vol. in-8.

Histoire de la Restauration. 1 vol. in-12.

l'Instruction publique.

Études et siècle. 2 vol. in-12

de la troisième République. 1 volume in-12.

et plaines de la Révolution. 1 vol. in-12. 1889

*Histoire du second Empire (1848-1870). 6 v. in-8

de l'Académie de Caen. Histoire de la troisième

La présidence de M. Thiers. 1 vol. in-8

du Maréchal. 1 vol.

de Jules Grévy.

de Sadi-Carnot.

WAHL, inspecteur général honoraire de l'instruction publique aux colonies. * L'Algérie. 1 vol. in-8. 4e édit. refondue. (Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques.) 5 fr.

LANESSAN (J.-L. de). L'Expansion coloniale de la France. Étude économique, politique et géographique sur les établissements français d'outre-mer. 1 fort vol. in-8, avec cartes. 1886. 12 fr.

— * L'Indo-Chine française. Étude économique, politique et administrative sur la Cochinchine, le Cambodge, l'Annam et le Tonkin. (Ouvrage couronné par la Société de géographie commerciale de Paris, médaille Dupleix.) 1 vol. in-8, avec 5 cartes en couleurs hors texte. 15 fr.

— * La colonisation française en Indo-Chine. 1 vol. in-12, avec une carte de l'Indo-Chine. 1895. 3 fr. 50

LAPIE (P.), agrégé de l'Université. Les Civilisations tunisiennes (Musulmans, Israélites, Européens). 1 vol. in-12. 1898. Couronné par l'Académie française. 3 fr. 50

SILVESTRE (J.). L'Empire d'Annam et les Annamites, publié sous les auspices de l'administration des colonies. 1 vol. in-12, avec 1 carte de l'Annam. 3 fr. 50

WEILL (Georges), agrégé de l'Université, docteur ès lettres. L'École saint-simonienne, son histoire, son influence jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 1896. 3 fr. 50

ANGLETERRE

LAUGEL (Aug.). * Lord Palmerston et lord Russell. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

SIR CORNEWAL LEWIS. * Histoire gouvernementale de l'Angleterre depuis 1770 jusqu'à 1830. Traduit de l'anglais. 1 vol. in-8. 7 fr.

REYNALD (H.), doyen de la Faculté des lettres d'Aix. * Histoire de l'Angleterre depuis la reine Anne jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 2e édit. 3 fr. 50

MÉTIN (Albert). Le Socialisme en Angleterre. 1 vol. in-12. 1897. 3 fr. 50

ALLEMAGNE

VÉRON (Eug.). * Histoire de la Prusse depuis la mort de Frédéric II jusqu'à la bataille de Sadowa. 1 vol. in-12. 6e édit., augmentée d'un chapitre nouveau contenant le résumé des événements jusqu'à nos jours, par P. Bondois, professeur agrégé d'histoire au lycée Buffon. 3 fr. 50

— * Histoire de l'Allemagne depuis la bataille de Sadowa jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 3e édit., mise au courant des événements par P. Bondois. 3 fr. 50

ANDLER (Ch.), maître de conférences à l'École normale supérieure. Les origines du socialisme d'état en Allemagne. 1 vol. in-8. 1897. 7 fr.

AUTRICHE-HONGRIE

ASSELINE (L.). * Histoire de l'Autriche depuis la mort de Marie-Thérèse jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 3e édit. 3 fr. 50

SAYOUS (Ed.), professeur à la Faculté des lettres de Toulouse. Histoire des Hongrois et de leur littérature politique de 1790 à 1815. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BOURLIER (J.). * Les Tchèques et la Bohême contemporaine, avec préface de M. [illegible] 1 vol. in-12. 1897. 3 fr. 50

AUERBACH, [illegible]. Les races et les nationalités en Autriche-Hongrie. 1 vol. in-8. 1898. 5 fr.

ITALIE

SORIN (Élie). * Histoire de l'Italie depuis 1815 jusqu'à la mort de Victor-Emmanuel. 1 vol. in-12. 1888. 3 fr. 50

GAFFAREL (P.), professeur à la Faculté des lettres de Dijon. * Bonaparte et les Républiques italiennes (1796-1799). 1895. 1 vol. in-8. 5 fr.

ESPAGNE

REYNALD (H.). * Histoire de l'Espagne depuis la mort de Charles III jusqu'à nos jours. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

[illegible] * Histoire contemporaine de la [illegible] l'avènement de Nicolas II (1895). 3 fr 50

SUISSE

[illegible] * Histoire du peuple suisse. Trad de l'allem par Mme Jules Favre et précédé d'une Introduction de Jules Favre 1 vol in-8 5 fr

GRÈCE & TURQUIE

[illegible]RO (V.), docteur ès lettres. * La Turquie et l'Hellénisme contemporain (Ouvrage cour par l'Acad française) 1 v in-12 2e éd 189[illegible]. 3 fr 50

AMÉRIQUE

[illegible] (Alf) * Histoire de l'Amérique du Sud depuis sa conquête jusqu'à nos jours 1 vol in-12, 3e édit., revue par A. MILHAUD agrégé de l'Université 3 fr 50

BARNI (Jules). * Histoire des idées morales et politiques en France au XVIIIe siècle 2 vol in-12 Chaque volume 3 fr 50
— Les Moralistes français au XVIIIe siècle 1 vol in-12 faisant suite aux deux précédents 3 fr 50
BEAUSSIRE (Émile) de l'Institut. La Guerre étrangère et la Guerre civile. 1 vol in-12 3 fr 50
BOURDEAU (J * Le Socialisme allemand et le Nihilisme russe 1 vol in-12 2e édit 1894 3 fr 50
D'EICHTHAL (Eug) Souveraineté du peuple et gouvernement 1 vol in-12 1895 3 fr 50
DEPASSE (Hector) Transformations sociales 1894 1 vol in-12 3 fr 50
— Du Travail et de ses conditions (Chambres et Conseils du travail) 1 vol in-12 1895 3 fr 50
DRIAULT E La question d'Orient [illegible] 1 vol in-8 1898 7 fr
GUÉROULT (G) * Le Centenaire de 1789 évolution politique, philosophique, artistique et scientifique de l'Europe depuis cent ans 1 vol in-12. 1889 3 fr 50
LAVELEYE (E de) correspondant de l'Instit. Le Socialisme contemporain 1 vol in-12 10e édit augmentée 3 fr 50
LICHTENBERGER (A). Le Socialisme utopique étude sur quelques précurseurs du Socialisme 1 vol in-12 1898 3 fr 50
— Le Socialisme et la Révolution française 1 vol in-8 [illegible]
MATTER (P). La dissolution des assemblées parlementaires [illegible] 1 vol in-8 1898 [illegible]
REINACH (Joseph) Pages républicaines 1894 1 vol in-12 3 fr 50
SPULLER (E). * Éducation de la démocratie 1 vol in-12 1892 3 fr 50
— L'Évolution politique et sociale de l'Église 1 vol in-12 1893 3 fr 50

BIBLIOTHEQUE HISTORIQUE ET POLITIQUE

DESCHANEL (E) sénateur professeur au Collège de France * Le Peuple et la Bourgeoisie 1 vol in-8 2e éd 5 fr
DU CASSE Les Rois frères de Napoléon Ier 1 vol in-8 10 fr
LOUIS BLANC Discours politiques (1848-1881) 1 vol in-8 7 fr 50
PHILIPPSON La Contre-révolution religieuse au XVIe siècle 1 vol in-8 10 fr
HENRARD (P Henri IV et la princesse de Condé 1 vol in-8 6 fr
NOVICOW La Politique internationale 1 fort vol in-8 7 fr
REINACH (Joseph) La France et l'Italie devant l'histoire 1 vol in-8 189[illegible] 5 fr
LORIA (A Les Bases économiques de la constitution sociale 1 vol in-8 1893 7 fr 50

[illegible] CTIONS

[illegible] MINISTRES DE FRANCE
[illegible] JUSQU'A LA RÉVOLUTION FRANÇAISE
[illegible] de la Commission des archives diplomatiques
des Affaires étrangères
Beaux volumes in-8 raisin, imprimés sur papier de Hollande,
avec Introduction et notes.

I. AUTRICHE, par M. Albert Sorel, de l'Académie française. 20 fr
II. SUÈDE, par M. A. Geffroy, de l'Institut. 20 fr
III. PORTUGAL, par le vicomte de Caix de Saint-Aymour. 20 fr
IV et V. POLOGNE, par M. Louis Farges. 2 vol. 30 fr
VI. ROME, par M. G. Hanotaux, de l'Académie française. 20 fr
VII. — BAVIÈRE, PALATINAT ET DEUX-PONTS, par M. André Lebon. 25 fr
VIII et IX. — RUSSIE, par M. Alfred Rambaud, de l'Institut. 2 vol. Le 1er vol. 20 fr. Le second vol. 25 fr
X. — NAPLES ET PARME, par M. Joseph Reinach. 20 fr
XI. — ESPAGNE (1649-1750), par MM. Morel-Fatio et Léonardon (tome I). 20 fr
XII. XII bis. — ESPAGNE (1750-1789) (t. II et III), par les mêmes. [illegible]
XIII. DANEMARK, par A. Geffroy, de l'Institut. 14 fr
XIV XV. SAVOIE-MANTOUE, par M. Horric de Beaucaire. [illegible]

*INVENTAIRE ANALYTIQUE

DES

ARCHIVES DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

PUBLIÉ

Sous les auspices de la Commission des archives diplomatiques

I. — **Correspondance politique de MM. de CASTILLON et de MARILLAC, ambassadeurs de France en Angleterre (1538-1540)**, par M. Jean Kaulek, avec la collaboration de MM. Louis Farges et Germain Lefèvre-Pontalis. 1 vol. in-8 raisin. 15 fr

II. — **Papiers de BARTHÉLEMY, ambassadeur de France en Suisse, de 1792 à 1797** (année 1792), par M. Jean Kaulek. 1 vol. in-8 raisin. 15 fr

III. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (janvier-août 1793), par M. Jean Kaulek. 1 vol. in-8 raisin. 15 fr

IV. — **Correspondance politique de ODET DE SELVE, ambassadeur de France en Angleterre** (1546-1549), par M. G. Lefèvre-Pontalis. 1 vol. in-8 raisin. 15 fr

V. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (septembre 1793 à mars 1794), par M. Jean Kaulek. 1 vol. in-8 raisin. 18 fr

VI. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (avril 1794 à février 1795), par M. Jean Kaulek. 1 vol. in-8 raisin. 20 fr

VII. — **Papiers de BARTHÉLEMY** (mars 1795 à septembre 1796) [illegible], par M. Jean Kaulek. 1 volume in-8 raisin. [illegible]

Correspondance des Beys d'Alger avec la Cour de France (1559-1833), recueillie par Eug. Plantet, attaché au Ministère des Affaires étrangères. 2 vol. in-8 raisin, avec planches en taille-douce hors texte. 30 fr

Correspondance des Beys de Tunis et des Consuls de France avec la Cour (1577-1830), recueillie par Eug. Plantet, publiée sous les auspices du Ministère des Affaires étrangères. Tome I. In-8 raisin. [illegible]

Tome II. 1 fort vol. in-8 raisin. 20 fr

Tome III. 1 fort vol. in-8 raisin. [illegible]

F. ALCAN

REVUE PHILO[illegible]HIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Dirigée par [illegible], Professeur au Collège de France

(21e année, 1896)

[illegible] par livraisons de 7 feuilles grand in-8 [illegible] forme [illegible] de 680 pages chacun.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.

La livraison . . . . . 3 fr.

Les années écoulées, chacune 30 francs, et la livraison, 3 fr.

[illegible] (1876-1887), 1 vol. in-8 . . . 3 fr.

[illegible] 1888-1895), 1 vol. in-8 . . . 3 fr.

[illegible]

REVUE HISTORIQUE

Dirigée par G. MONOD

[illegible]

[illegible] année, 189[illegible]

[illegible] de 15 feuilles [illegible]

[illegible]

Prix d'abonnement :

[illegible] pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.

[illegible]

Tables générales des matières

I. — 187[illegible] à 1881 [illegible] fr. [illegible]

II. — 1881 à 188[illegible] [illegible]

III. — 188[illegible] à 18[illegible] [illegible]

IV. — 18[illegible] à 1895 [illegible] 3 fr.

F. ALCAN

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE

INTERNATIONALE

Publiée sous la direction [illegible]

Bibliothèque [illegible] ... mêmes, ... conformément ... celles [illegible] ... qui se ... servent exposer les idées ... pour ainsi dire ... ici ainsi, sans quitter la France, ... des savants ... , et ... lopédique spéciale ... ouvrages ... sous les sciences morales, ... à l'économie sociale, ... des sujets ... à leur ... quelles ont rendues ... deux ... collection paraît à la fois en France ... Alcan; à Londres, ... Appleton

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE D'APPARITION

VOLUMES IN-8, CARTONNÉS A L'ANGLAISE, CHAQUE VOLUME : 6 FRANCS.

1. TYNDALL. * Les Glaciers et les transformations ... , avec figures. 1 vol. in-8. [illegible] édition.
2. BAGEHOT. * Lois scientifiques du développement des nations dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8. [illegible] édition.
3. MAREY. * La Machine animale, ... avec de nombreuses fig. 1 vol. in-8.
4. BAIN. * L'Esprit et le corps. 1 vol ...
5. PETTIGREW. * La Locomotion chez ... 1 vol. in-8, avec figures. [illegible] édit.
6. HERBERT SPENCER. * La Science sociale. 1 v. in-8. [illegible] édit.
7. SCHMIDT (O.). * La Descendance de l'homme et le ... 1 vol. in-8, avec fig. [illegible] édition.
8. MAUDSLEY. * Le Crime et la folie. 1 vol. in-8. [illegible] édit.
9. VAN BENEDEN. * Les Commensaux et les parasites dans le règne animal. 1 vol. in-8, avec ...
10. BALFOUR STEWART. * La Conservation ... Étude sur la nature de la force ... figures. 1 vol. in-8. [illegible] édition.
11. DRAPER. Les Conflits de la science et de la religion. 1 vol. in-8. [illegible] édition.
12. L. DUMONT. * Théorie scientifique de la sensibilité. 1 vol. [illegible] édition.
13. SCHUTZENBERGER. * Les Fermentations. 1 vol. in-8, avec ... [illegible] édit. 6
14. WHITNEY. * La Vie du langage. 1 vol. in-8. [illegible] édit. 6
15. COOKE et BERKELEY. * Les Champignons. 1 vol. in-8, avec figures. [illegible] édition. 6
16. BERNSTEIN. * Les Sens. 1 vol. in-8, avec 91 fig. [illegible] édit. 6

[illegible]

... Le Son et la Musique. 1 vol. ... 3e édition.

... Les Nerfs et les Muscles. 1 vol. in-8, ... 3e édition.

55 BRUCKE et HELMHOLTZ. Principes scientifiques des beaux-arts. 1 vol. in-8, avec 39 figures. 4e édition. 6 fr.

56 WURTZ. * La Théorie atomique. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.

57-58. SECCHI (le père). Les étoiles. 2 vol. in-8, avec 63 figures dans le texte et 17 pl. en noir et en couleur hors texte. 3e édit. 12 fr.

59. JOLY. * L'Homme avant les métaux. 1 vol. in-8, avec figures. 4e édition. 6 fr.

60. A. BAIN. * La Science de l'éducation. 1 vol. in-8. 6e édit. 6 fr.

61-62. THURSTON (R.). * Histoire de la machine à vapeur, précédée d'une Introduction par M. HIRSCH. 2 vol. in-8, avec 140 figures dans le texte et 16 planches hors texte. 3e édition. 12 fr.

63. HARTMANN (R.). * Les Peuples de l'Afrique. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édition. 6 fr.

64. HERBERT SPENCER. * Les Bases de la morale évolutionniste. 1 vol. in-8. 5e édition. 6 fr.

65. HUXLEY. * L'Écrevisse, introduction à l'étude de la zoologie. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édition. 6 fr.

66. DE ROBERTY. * La Sociologie. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.

67. ROOD. * Théorie scientifique des couleurs. 1 vol. in-8, avec figures et une planche en couleur hors texte. 2e édition. 6 fr.

68. DE SAPORTA et MARION. * L'Évolution du règne végétal (les Cryptogames). 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

69-70. CHARLTON BASTIAN. * Le Cerveau, organe de la pensée chez l'homme et chez les animaux. 2 vol. in-8, avec figures. 2e éd. 12 fr.

71. JAMES SULLY. * Les illusions des sens et de l'esprit. 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.

72. YOUNG. * Le Soleil. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

73. DE CANDOLLE. * L'Origine des plantes cultivées. 3e édition. 1 vol. in-8. 6 fr.

74-75. SIR JOHN LUBBOCK. * Fourmis, abeilles et guêpes. Études expérimentales sur l'organisation et les mœurs des sociétés d'insectes hyménoptères. 2 vol. in-8, avec 65 figures dans le texte et 13 planches hors texte, dont 5 coloriées. 12 fr.

76. PERRIER (Edm.). La Philosophie zoologique avant Darwin. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.

77. STALLO. * La Matière et la Physique moderne. 1 vol. in-8, 2e éd., précédé d'une Introduction par CH. FRIEDEL. 6 fr.

78. MANTEGAZZA. La Physionomie et l'Expression des sentiments. 1 vol. in-8. 3e édit., avec huit planches hors texte. 6 fr.

79. DE MEYER. * Les Organes de la parole et leur emploi pour la formation des sons du langage. 1 vol. in-8, avec 51 figures, précédé d'une Introd. par M. O. CLAVEAU. 6 fr.

[illegible]
[illegible] 6 fr.
[illegible] 2 vol. in-8, avec [illegible] figures 12 fr.
54. [illegible] *Les Microbes, les Ferments et les Moisissures. 1 vol. in-8, 2e édit., avec 107 figures dans le texte 6 fr.
55. HARTMANN (R.) *Les Singes anthropoïdes, et leur organisation comparée à celle de l'homme. 1 vol. in-8, avec figures 6 fr.
56. SCHMIDT (O.). *Les Mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques. 1 vol. in-8 avec 51 figures 6 fr.
57. BINET et FÉRÉ. Le Magnétisme animal. 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.
58-59. ROMANES. *L'intelligence des animaux. 2 v. in-8. 2e édit. 12 fr.
60. F. LAGRANGE. Physiologie des exercices du corps. 1 vol. in-8. 7e édition 6 fr.
61. DREYFUS.* Évolution des mondes et des sociétés. 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.
62. DAUBRÉE. * Les Régions invisibles du globe et des espaces célestes. 1 vol. in-8, avec 85 fig. dans le texte. 2e édit. 6 fr.
63-64. SIR JOHN LUBBOCK. * L'Homme préhistorique. 2 vol. in-8, avec 228 figures dans le texte. 4e édit. 12 fr.
65. RICHET (Ch.). La Chaleur animale. 1 vol. in-8, avec figures 6 fr.
66. FALSAN (A.). *La Période glaciaire principalement en France et en Suisse. 1 vol. in-8, avec 105 figures et 2 cartes 6 fr.
67. BEAUNIS (H.). Les Sensations internes. 1 vol. in-8 6 fr.
68. CARTAILHAC (E.). La France préhistorique, d'après les sépultures et les monuments. 1 vol. in-8, avec 162 figures. 2e édit. 6 fr.
69. BERTHELOT. *La Révolution chimique, Lavoisier. 1 vol. in-8 6 fr.
70. SIR JOHN LUBBOCK. * Les Sens et l'instinct chez les animaux, principalement chez les insectes. 1 vol. in-8, avec 150 figures 6 fr.
71. STARCKE. * La Famille primitive. 1 vol. in-8 6 fr.
72. ARLOING. * Les Virus. 1 vol. in-8, avec figures 6 fr.
73. TOPINARD. * L'Homme dans la Nature. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
74. BINET (Alf.). * Les Altérations de la personnalité. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
75. DE QUATREFAGES (A.). *Darwin et ses précurseurs français. 1 vol. in-8. 2e édition refondue 6 fr.
76. LEFÈVRE (A.). * Les Races et les langues. 1 vol. in-8 6 fr.
77-78. DE QUATREFAGES. *Les Émules de Darwin. 2 vol. in-8, avec préfaces de MM. E. Perrier et Hamy 12 fr.
79. BRUNACHE (P.). *Le Centre de l'Afrique. Autour du Tchad. 1 vol. in-8, avec figures. 1894 6 fr.
80. ANGOT (A.). *Les Aurores polaires. 1 vol. in-8, avec figures 6 fr.
81. JACCARD. Le pétrole, le bitume et l'asphalte au point de vue géologique. 1 vol. in-8, avec figures 6 fr.
82. MEUNIER (Stan.). La Géologie comparée. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
83. LE DANTEC. Théorie nouvelle de la vie. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.
84. DE LANESSAN. Principes de colonisation. 1 vol. in-8 6 fr.
85. DEMOOR, MASSART et VANDERVELDE. L'évolution régressive en biologie et en sociologie. 1 vol. in-8, avec gravures 6 fr.
86. MORTILLET (G. de). Formation de la Nation française. 1 vol. in-8, avec 150 gravures et 18 cartes 6 fr.
87. ROCHÉ (G.). La Culture des Mers (pisciculture, pisciculture, ostréiculture). 1 vol. in-8, avec 81 gravures 6 fr.
88. COSTANTIN (J.). Les Végétaux et les Milieux cosmiques (adaptation, évolution). 1 vol. in-8, avec 171 gravures 6 fr.
89. LE DANTEC. L'évolution individuelle et l'hérédité. 1 vol. in-8 6 fr.
90. GUIGNET et GARNIER. La Céramique ancienne et moderne. 1 vol., avec grav. 6 fr.
91. GELLÉ (E.-M.). L'audition et ses organes. 1 v. in-8, avec grav. 6 fr.

LISTE PAR ORDRE DE MATIÈRES

DES [illegible] VOLUMES PUBLIÉS

DE LA BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Chaque volume in-8, cartonné à l'anglaise 6 francs.

SCIENCES SOCIALES

* Introduction à la science sociale, par Herbert Spencer. 1 vol. in-8, 11e édit. 6 fr.
* Les Bases de la morale évolutionniste, par Herbert Spencer. 1 vol. in-8, 4e édit. 6 fr.

Les Conflits de la science et de la religion, par Draper, professeur à l'Université de New York. 1 vol. in-8, 8e édit. 6 fr.

* Le Crime et la Folie, par H. Maudsley, professeur de médecine légale à l'Université de Londres. 1 vol. in-8, 5e édit. 6 fr.
* La Monnaie et le Mécanisme de l'échange, par W. Stanley Jevons, professeur à l'Université de Londres. 1 vol. in-8, 5e édit. 6 fr.
* La Sociologie, par de Roberty. 1 vol. in-8, 3e édit. 6 fr.
* La Science de l'éducation, par Alex. Bain, professeur à l'Université d'Aberdeen (Écosse). 1 vol. in-8, 7e édit. 6 fr.
* Lois scientifiques du développement des nations dans leurs rapports avec les principes de l'hérédité et de la sélection naturelle, par W. Bagehot. 1 vol. in-8, 5e édit. 6 fr.
* La Vie du langage, par D. Whitney, professeur de philologie comparée à Yale-College de Boston (États-Unis). 1 vol. in-8, 3e édit. 6 fr.
* La Famille primitive, par J. Starcke, professeur à l'Université de Copenhague. 1 vol. in-8. 6 fr.

PHYSIOLOGIE

* Les Illusions des sens et de l'esprit, par James Sully. 1 vol. in-8, 2e édit. 6 fr.
* La Locomotion chez les animaux (marche, natation et vol), par J.-B. Pettigrew, professeur au Collège royal de chirurgie d'Édimbourg (Écosse). 1 vol. in-8, avec 140 figures dans le texte. 2e édit. 6 fr.
* La Machine animale, par E.-J. Marey, membre de l'Institut, prof. au Collège de France. 1 vol. in-8, avec 117 figures, 4e édit. 6 fr.
* Les Sens, par Bernstein, professeur de physiologie à l'Université de Halle (Prusse). 1 vol. in-8, avec 91 figures dans le texte, 4e édit. 6 fr.
* Les Organes de la parole, par H. de Meyer, professeur à l'Université de Zurich, traduit de l'allemand et précédé d'une introduction sur l'*Enseignement de la parole aux sourds-muets*, par O. Claveau, inspecteur général des établissements de bienfaisance. 1 vol. in-8, avec 51 grav. 6 fr.

La Physionomie et l'Expression des sentiments, par P. Mantegazza, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Florence. 1 vol. in-8, avec figures et 8 planches hors texte. 3e édit. 6 fr.

* Physiologie des exercices du corps, par le docteur F. Lagrange. 1 vol. in-8, 7e édit. (Ouvrage couronné par l'Institut.) 6 fr.

La Chaleur animale, par Ch. Richet, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8, avec figures dans le texte. 6 fr.

Les Sensations internes, par H. Beaunis. 1 vol. in-8. 6 fr.

* Les Virus, par M. Arloing, professeur à la Faculté de médecine de Lyon, directeur de l'École vétérinaire. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.

Théorie nouvelle de la vie, par F. Le Dantec, [illegible]. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

L'évolution individuelle et l'hérédité, par [illegible]. 1 vol. in-8. 6 fr.

L'audition et ses organes, par [illegible]. 1 vol. [illegible] 6 fr.

PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

* Le Cerveau et ses fonctions, par J. Luys, [illegible], médecin de la [illegible]. 1 vol. in-8, avec fig., 7e édit. 6 fr.
* Le Cerveau et la Pensée chez l'homme et les animaux, par Charlton Bastian, professeur à l'Université de Londres. 2 vol. in-8, avec 184 fig. dans le texte. 2e édit. 12 fr.
* Le Crime et la Folie, par H. Maudsley, professeur à l'Université de Londres. 1 vol. in-8, 6e édit. 6 fr.
* L'Esprit et le Corps considérés au point de vue de leurs relations, suivi d'études sur les *Erreurs généralement répandues au sujet de l'esprit*, par Alex. Bain, prof. à l'Université d'Aberdeen (Écosse). 1 vol. in-8, 6e édit. 6 fr.
* Théorie scientifique de la sensibilité : *le Plaisir et la Peine*, par Léon Dumont. 1 vol. in-8, 3e édit. 6 fr.

ANTHROPOLOGIE

... par A. de Q...

... d'histoire naturelle de Paris. 1 vol.

... et ses précurseurs français

... de Darwin, par A. ...

... l'Institut.

ZOOLOGIE

... leurs rapports ...

... avec 51 figures dans ...

... par sir John Lubbock ...

... 1 vol. in-8, avec figures dans le texte ...

... dont 5 coloriées.

... et l'instinct chez les animaux, et principalement chez ...

... sir John Lubbock. 1 vol. in-8 avec grav.

... introduction à l'étude de la zoologie.

... Société royale de Londres. 1 vol.

... et les Protistes ...

... professeur à l'Université de Louvain

... dans le texte. 2e édit.

... zoologique avant Darwin, par ...

... 1 vol. in-8. 2e édit.

... et ses précurseurs français, par A. de Quatrefages ...

... 2e édit.

... des ... en Europe ...

BOTANIQUE — GÉOLOGIE



CHIMIE

... BERTHELOT, memb. de l'Institut.

... M. BERTHELOT ... 1 vol. in-8 ...

... par Ad. WURTZ, membre de l'Institut ... de l'Institut.

... par M. BERTHELOT, 1 vol.

... la Photochimie, par M. ...

... OGIE MÉCANIQUE

... vapeur, de la Locomotive et des ...

PHYSIQUE

... de l'énergie, ... BALFOUR STEWART, prof. ...

THÉORIE DES BEAUX-ARTS

... par E. BLANCHE, prof. ...

... des Beaux-Arts, par E. BRÜCKE ...

RÉCENTES PUBLICATIONS

HISTORIQUES PHILOSOPHIQUES ET SCIENTIFIQUES

qui ne se trouvent pas dans les collections précédentes.

ALAUX. Esquisse d'une philosophie de l'être. In-8 . . . 1 fr.
— Les Problèmes religieux au XIXe siècle. 1 vol. in-8 . . . 7 fr. 50
— Philosophie morale et politique. in-8. 1893 . . . 7 fr. 50
— Théorie de l'âme humaine. 1 vol. in-8. 1895. 10 fr. (Voy. p. 2.)
ALTMEYER (J. J.). Les Précurseurs de la réforme aux Pays-Bas. 2 forts volumes in-8 . . . 12 fr.
AMIABLE (Louis). Une loge maçonnique d'avant 1789. (La loge des Neuf Sœurs.) 1 vol. in-8 [illegible] . . . 6 fr.
ANSIAUX (M.). Heures de travail et salaires, étude sur l'amélioration directe de la condition des ouvriers industriels. 1 vol. in-8. 1896 . . . 5 fr.
ARNAUNÉ (A.). La monnaie, le crédit et le change. in-8 . . . 7 fr.
ARRÉAT. Une Éducation intellectuelle. 1 vol. in-18 . . . 2 fr. 50
— Journal d'un philosophe. 1 vol. in-18. 3 fr. 50 (Voy. p. 2 et 5.)
AZAM. Hypnotisme et double conscience, avec préface et lettres de MM. Paul Bert, Charcot et Ribot. 1 vol. in-8. 1893 . . . 9 fr.
BAETS (Abbé M. de). Les Bases de la morale et du droit. In-8 . . . 6 fr.
BALFOUR STEWART et TAIT. L'Univers invisible. 1 vol. in-8 . . . 7 fr.
BARBÉ (E.). Le nabab René Madec. Histoire diplomatique des projets de la France sur le Bengale et le Pendjab (1772-1808). 1894. 1 vol. in-8 . . . 5 fr.
BARNI. Les Martyrs de la libre pensée. 1 vol. in-18. 2e édit. 3 fr. 50 (Voy. p. [illegible] Kant, p. 10, p. 15 et 31.)
BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. (Voy. pages 2, 5 et 9, Aristote.)
— *Victor Cousin, sa vie, sa correspondance. 3 vol. in-8. 1895 . . . 30 fr.
BAUTAIN (Abbé). La Philosophie morale. 2 vol. in-8 . . . 12 fr.
BEAUNIS (H.). Impressions de campagne (1870-1871). In-18. 3 fr. 50
BÉNARD (Ch.). Philosophie dans l'éducation classique. In-8 . . . 6 fr. (Voy. p. 3, Aristote et Platon ; 10, Hegel.)
BLANQUI. Critique sociale. 2 vol. in-18 . . . 7 fr.
BLONDEL (C.). L'Action et [illegible] 1 vol. in-8. 1897 . . . 6 fr.
BOILLEY (P.). La Législation internationale du travail. In-12 . . . 3 fr.
— Les trois socialismes : anarchisme, collectivisme, réformisme. 3 fr. 50
BOURDEAU (Louis). Théorie des sciences. 2 vol. in-8 . . . 20 fr.
— La Conquête du monde animal. In-8 . . . 5 fr.
— La Conquête du monde végétal. In-8. 1893 . . . 5 fr.
— L'Histoire et les historiens. 1 vol. in-8 . . . 7 fr. 50
— Histoire de l'alimentation. 1894. 1 vol. in-8. 5 fr. (Voy. p. 3.)
BOURDET (Eug.). Principes d'éducation positive. In-18 . . . 3 fr. 50
— Vocabulaire de la philosophie positive. 1 vol. in-18 . . . 3 fr. 50
BOUTROUX (Em.). De la contingence des lois de la nature. 1 vol. in-8. 1895 . . . 3 fr. 75 (Voy. p. 2, 10.)
BOURDEAU (L.). L'Anjou aux âges de la Pierre et du Bronze. [illegible] 1897 . . . 3 fr. 50
BUNGE (N. [illegible]). Esquisses de littérature politico-économique. 1 vol. in-8. 1898 . . . 7 fr. 50
CARDON (G.). Les Fondateurs de l'Université de Douai. In-8 . . . 10 fr.
CASTELAR (Emilio). La politique européenne. [illegible] 1 vol. in-8. 1896 . . . 3 fr.
CHAMBERLAIN. La Réaction économique et la démocratie. 1 vol. in-8. 1891 . . . 1 fr. 25
— La lutte contre le mal. 1 vol. in-18. 1897 . . . 3 fr. 50
COIGNET (Mme C.). Victor Considérant, sa vie et son œuvre. in-8 . . . 2 fr.

[illegible] enfance. In-12. 1895. 2 fr. 50
[illegible] de la musique et de la poésie contemporaines. 1888. 1 vol. in-8. 7 fr. 50
[illegible] contre le paupérisme. In-8. 2 fr.
[illegible] d'économie politique et de physiologie sociale. 3 fr. 50 (Voy. p. 2 et 32.)
[illegible] (Emile). De l'infini mathématique. In-8. 1896. 12 fr.
[illegible] de sincérité. 1 vol. in-12. 1893. 3 fr. 50
[illegible] du Théétète de Platon. In-8. 1 fr. (V. p. 2.)
DELBŒUF. De la loi psychophysique. In-12. 3 fr. 50 (V. p. 2.)
[illegible]. De la réserve héréditaire des enfants. In-8. 5 fr.
DENIS (Abbé Ch.). Esquisse d'une apologie du Christianisme dans les limites de la nature et de la révélation. 1 vol. in-12. 1898. 4 fr.
[illegible] (Mme Marie). Œuvres complètes.
Tome I. Femmes et progrès. — Conférences sur la noblesse. 1 vol. in-12. 1890. 3 fr. 50. — Tome II. Eve dans l'humanité. — Les droits de l'enfant. 1 vol. in-12. 1895. 3 fr. 50. — Tome III. Nos principes et nos mœurs. — L'ancien devant le nouveau. 1 vol. in-12. 1888. — Tome IV. Lettre au clergé français. Polémique religieuse. 1 vol. in-12. 1898. Chaque volume 3 fr. 50
DESCHAMPS. La Philosophie de l'écriture. 1 vol. in-8. 1892. 3 fr.
DESDOUITS. La philosophie de l'inconscient. 1893. 1 vol. in-8. 3 fr.
DOLLFUS (Ch.). Lettres philosophiques. In-18. 3 fr.
— Considérations sur l'histoire. In-8. 7 fr. 50
— L'Âme dans les phénomènes de conscience. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
DROZ (Numa). Etudes et portraits politiques. 1 vol. in-8. 1895. 7 fr. 50
— Essais économiques. 1 vol. in-8. 1896. 7 fr. 50
— La démocratie fédérative et le socialisme d'État. In-12. 1 fr.
DUBUC (P.). *Essai sur la méthode en métaphysique. 1 vol. in-8. 5 fr.
DU CASSE (Le Baron). Le 5e corps de l'armée d'Italie en 1859. [illegible] in-8. 1 [illegible]. 2 fr.
DUGAS (L.). *L'amitié antique, d'après les mœurs et les théories des philosophes. 1 vol. in-8. 1895. 7 fr. 50 (V. p. 2.)
DUNAN. *Sur les formes à priori de la sensibilité. 1 vol. in-8. 5 fr.
— Les Arguments de Zénon d'Elée contre le mouvement. 1 br. in-8. 1 fr. 50 (V. p. 2.)
DUVERGIER DE HAURANNE (Mme E.). Histoire populaire de la Révolution française. 1 vol. in-18. 3e édit. 3 fr. 50
Éléments de science sociale. 1 vol. in-12. 4e édit. 3 fr. 50
ESPINAS (A.). Les Origines de la technologie. 1 vol. in-8. 1897. 5 fr.
FAURE (I.). [illegible] de la philosophie. Antiquité et Moyen âge. In-12. 3 fr. 50
FEDERICI. Les Lois du progrès. 2 vol. in-8. Chacun. 2 fr.
FERE (E. F.). La situation religieuse de l'Afrique romaine depuis la fin du IVe siècle jusqu'à l'invasion des Vandales. 1 v. in-8. 1898. 7 fr. 50
FERRIÈRE (Em.). Les Apôtres, essai d'histoire religieuse. 1 vol. in-12. 4 fr. 50
— L'Âme est la fonction du cerveau. 2 volumes in-18. 7 fr.
— Le Paganisme des Hébreux jusqu'à la captivité de Babylone. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
— La Matière et l'énergie. 1 vol. in-18. 4 fr. 50
— L'Âme et la vie. 1 vol. in-18. 4 fr. 50
— Les Erreurs scientifiques de la Bible. 1 vol. in-18. 1891. 3 fr. 50
— Les Mythes de la Bible. 1 vol. in-18. 1893. 3 fr. 50
— La cause première d'après les données expérimentales. 1 vol. in-18. 1896. 3 fr. 50
— Étymologie de 400 prénoms usités en France. 1 vol. in-18. 1898. 1 fr. 50 (V. p. 32.)
FLEURY (Maurice de). Introduction à la médecine de l'esprit. 1 vol. in-8. 2e éd. 1898. [illegible] fr. 50
FLOURNOY. Des phénomènes de synopsie. In-8. 1893. 6 fr.

[illegible]

(1720-1794).

[illegible] vol. in-8.

[illegible] du Beau. [illegible]

In-12. 1865.

La Religion et la Morale. [illegible]

Vies d'un philosophe. In-12.

L'Idée [illegible]

[illegible] La science sociale. [illegible]

Les principes du positivisme. [illegible]

Ouvrage récompensé par l'Institut.

[illegible] à l'étude de la formation des [illegible]

[illegible] par L. Arréat, avec une [illegible]

[illegible] 1 vol. in-8. 1886.

[illegible] L'Art de juger le caractère des hommes [illegible]

La Physiognomie, introduction et notes de E. Lamy. 1 vol. in-8. [illegible]

Paradoxes de [illegible] 1 vol. in-12.

De l'invention dans les arts [illegible] sur la liberté morale. 1 vol. in-12.

[illegible] de la grâce et la liberté. [illegible]

Études de la chose finale et [illegible]

Trad. de l'allem. par Dollfus. In-12. 1886.

[illegible] MAITLAND (E.). La Voie parfaite ou le Christ [illegible] préface d'une préface d'Édouard Schuré. 1 vol. in-8. 1887. [illegible]

[illegible] sans Hinduère 1 vol. in-8. 1887.

Les Hommes et les Actes de l'insurrection [illegible]

[illegible] Biologie morbide. 1 vol. in-18. 3 fr.

[illegible] (C.). Les Universités des deux mondes. In-12. 3 fr. 50

[illegible] De l'avenir des peuples catholiques. In-8. [illegible]

L'Italie actuelle. In-12. 3 fr. 50

L'Afrique centrale. 1 vol. in-12. 2 fr.

Essais et Études. Première série (1861-1875). 1 vol. in-8. 7 fr. 50. — Deuxième série (1875-1882). 1 vol. in-8. 7 fr. 50. — Troisième série (1882-1894). 1 vol. in-8. 7 fr. 50. Voy. p. 7 et 15.)

[illegible] La liberté intégrale, esquisse d'une théorie des lois républicaines. 1 vol. in-12. 1886. 1 fr. 50

LE TAINTURIER (J.). Le socialisme devant le bon sens. In-18. 1 fr. 50

[illegible] (Albert). Psychologie du caractère. In-8. 1885. 5 fr.

[illegible] L'éducation rationnelle de la volonté. [illegible] 4 fr.

LICHTENBERGER (A.). Le socialisme au XVIII[e] siècle. Étude sur les idées socialistes dans les écrivains français au XVIII[e] siècle avant la Révolution. 1 vol. in-8. 1895. 7 fr. 50. (Voy. [illegible])

LOURBET (J.). La femme devant la science contemporaine. 1 vol. in-12. 1896. 2 fr. 50

MABILLEAU (L.). Histoire de la philosophie atomistique. 1 vol. in-8. 1895. (Ouvrage couronné par l'Institut.) 12 fr.

MANACÉINE (Marie de). L'anarchie passive et le comte Léon Tolstoï. 1 vol. in-18. 2 fr.

[illegible] Premières poésies : [illegible]
Grand in-8 [illegible] 6 fr. — [illegible]
[illegible] Grand in-8. [illegible]
[illegible]
[illegible] d'après la [illegible]
1 vol. in-18. 1881. [illegible]
[illegible] de la psychologie contemporaine.
[illegible] 1 vol. in-8. [illegible] éd. 1897. [illegible]
[illegible] et la conduite humaine
[illegible]
[illegible] la jeunesse. 1 vol. in-12, [illegible]
[illegible]
[illegible] de la [illegible]
[illegible]
[illegible] de l'âme. 1 vol. in-18. [illegible]
[illegible] critique. 1 vol. in-12. 1892. [illegible]
[illegible] de la volonté. in-12. [illegible]
[illegible], critique au point de
[illegible] 1 fr. (V. p. 4, 7 et
[illegible] politique et le droit international.
[illegible]
[illegible] en Angleterre (Tindal-
1 fr. — Édition sur papier fort [illegible]
[illegible]. 1 vol. in-12. 1884. [illegible]
[illegible]
La [illegible] d'une ville (Royan) In-18. [illegible]
[illegible] du désert. 1 vol. in-12. [illegible]
[illegible] la Grande. In-18 [illegible]
1 vol. in-12. [illegible]
[illegible] In-12. [illegible] (V. p. 31.)
[illegible] deux mois In-12. [illegible]
[illegible] In-12. [illegible]
[illegible] 1893 in-12 1 fr. 50 (V. p. 7.)
[illegible] par l'Académie française. [illegible]
[illegible] dans la théologie chrétienne du [illegible]
[illegible]
[illegible] de l'Université [illegible]
[illegible] vol. in-8. [illegible] (V. p. 7.)
[illegible] In-12 [illegible]
[illegible] philosophie, ce qu'elle a été, ce qu'elle
[illegible]
[illegible] 1888. In-8. [illegible] (V. p. 8.)
[illegible] et du [illegible]
[illegible]. 1 vol. gr. in-8. 1896 [illegible]
[illegible] vol. in-12. [illegible]
[illegible] Comte. 1 vol. in-18 [illegible]
[illegible] In-8. [illegible]
[illegible] 1871). In-8, avec cartes. [illegible]
[illegible], par MM. [illegible]
[illegible], Marion (H.), [illegible]
[illegible], [illegible]
[illegible] 1884. In-12. [illegible]

[illegible]

[illegible] Le règne de la grâce. [illegible] 1 vol in-18 [illegible]

[illegible] (Paul). Spiritualisme et Matérialisme, 2e éd. [illegible]

[illegible] (Marie-[illegible] de). Lettres d'une voyageuse. [illegible] 1 vol in-8 1890 [illegible]

SANDERVAL (O. de) De l'Absolu. La loi de vie. 1 vol. in-8, 2e éd. [illegible]

— Kahel. Le Soudan français in-8 avec gravures et cartes. [illegible]

SECRÉTAN (Ch.) Études sociales 1889 1 vol. in-12 3 fr. 50

— Les Droits de l'humanité 1 vol in-18 1891. 3 fr. 50

— La Croyance et la civilisation 1 vol in-18 2e édit. 1891. 3 fr. 50

— Mon Utopie. 1 vol in-18 3 fr. 50

— Le Principe de la morale 1 vol in-8 2e éd 7 fr 50

— Essais de philosophie et de littérature 1 vol in-12 1896. 3 fr. 50

SECRÉTAN (H.) La Société et la morale 1 vol. in-12. 1897. 3 fr. 50

SÉE Paul La question monétaire Br gr in-8 1889 [illegible] fr

SILVA WHITE Arthur) Le développement de l'Afrique 1894. 1 fort vol in-8 avec 15 cartes en couleurs hors texte 10 fr

SOLOWEITSCHIK Leonty Un prolétariat méconnu étude sur la situation sociale et économique des juifs 1 vol in-8 1898 2 50

SOREL (Albert) Le Traité de Paris du 20 novembre 1815. In-8, 4 fr 50

SPIR (A.) Esquisses de philosophie critique 1 vol in-18 2 fr 50

STOCQUART (Emile) Le contrat de travail in-12 1895 3 fr

STRADA J.) La loi de l'histoire 1 vol in-8 1894 5 fr

— Jésus et l'ère de la science 1 vol in-8 1896 5 fr

— Ultimum organum, constitution scientifique de la méthode générale Nouv. édition 2 vol in-12 1897 7 fr

— La religion de la science et de l'esprit pur, constitution scientifique de la religion 2 vol in-8 1897 Chacun séparément 7 f

TERQUEM A. Science romaine à l'époque d'Auguste in-8 3 fr

THURY Le chômage moderne causes et remèdes 1 v in-12 1895 2 fr 50

TISSOT Principes de morale 1 vol in-8 6 fr (Voy. KANT, p 10)

ULLMO (L. Le Problème social 1897 1 vol in-8 3 fr.

VACHEROT La Science et la Métaphysique 3 vol in-18 10 fr 50

VAN BIERVLIET J J Éléments de Psychologie humaine 1 vol in-8 1895 8 fr

— La Mémoire Br in-8 1893 2 fr

VIALLET (C Paul) Je pense donc je suis. Introduction à la méthode cartésienne 1 vol in-12 1896 2 fr 50

VIGNOUREUX (Ch.) L'Avenir de l'Europe au double point de vue de la politique de sentiment et de la politique d'intérêt 1892. 1 vol in-18 3 fr 50

WEIL (Denis) Le Droit d'association et le Droit de réunion devant les chambres et les tribunaux 1893 1 vol in-12 3 fr 50

— Les Élections législatives. Histoire de la législation et des mœurs 1 vol in-18 1895 3 fr 50

WUARIN (L.) Le Contribuable 1 vol in-16 3 fr 50

WULF M de Histoire de la philosophie scolastique dans les Pays-Bas et la principauté de Liège jusqu'à la Révol. franç. In-8 5 fr.

— Sur l'esthétique de saint Thomas d'Aquin In-8 1 fr. 50

ZIESING (Th.) Érasme ou Salignac. Étude sur la lettre de François Rabelais 1 vol gr in-8 4 fr

ZOLLA (D.) Les questions agricoles d'hier et d'aujourd'hui 1894, 1895 2 vol in-12 Chacun 3 fr 50

BIBLIOTHÈQUE UTILE

[illegible]

[illegible] DE FRANCE

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] de la Réforme, par [illegible]

[illegible] au moyen âge, par F. Morin.

[illegible] d'Arc, par Fréd. Lock.

[illegible] de la monarchie française, [illegible] 4e édit.

[illegible] Révolution française, par H. Carnot.

[illegible] nationale en 1792, par [illegible] professeur à la Faculté des [illegible] de Dijon.

[illegible] Ier, par Jules Barni. [illegible] édit.

[illegible] de la Restauration, par [illegible] Lock. 3e édit.

Histoire de Louis-Philippe, par Edgar Zevort, recteur de l'Académie de Caen. 2e édit.

Mœurs et institutions de la France, par P. Bondois, prof. au lycée Buffon. 2 vol.

Léon Gambetta, par J. Reinach.

Histoire de l'armée française, par L. Bère.

Histoire de la marine française, par Doneaud, prof. à l'École navale. 2e édit.

Histoire de la conquête de l'Algérie, par Quesnel.

Les origines de la guerre de 1870, par Ch. de Larivière.

Histoire de la littérature française, par [illegible], agrégé de l'Université.

Histoire de l'art ancien et moderne, par [illegible]

PAYS ÉTRANGERS

[illegible] et le Portugal, par E. Raymond. 3e édition.

[illegible] de l'Empire ottoman, par [illegible] 2e édition.

[illegible] Révolutions d'Angleterre, par [illegible] 3e édition.

Histoire de la maison d'Autriche, par Ch. Rolland. 2e édition.

L'Europe contemporaine (1789-1879), par P. Bondois, prof. au lycée Buffon.

Histoire contemporaine de la Prusse, par Alfr. Doneaud.

Histoire contemporaine de l'Italie, par Félix Henneguy.

Histoire contemporaine de l'Angleterre, par A. Regnard.

HISTOIRE ANCIENNE

La Grèce ancienne, par L. Combes.

L'Asie occid. et l'Égypte, par A. Ott.

L'Inde et la Chine, par A. Ott.

Histoire romaine, par Creighton.

L'Antiquité romaine, par Wilkins.

L'Antiquité grecque, par Mahaffy.

GÉOGRAPHIE

Torrents, fleuves et canaux de la France, par H. Blerzy.

Les Colonies anglaises, par H. Blerzy.

Les Iles du Pacifique, par le capitaine de vaisseau Jouan (avec une carte).

Les Peuples de l'Afrique et de l'Amérique, par Girard de Rialle.

Les Peuples de l'Asie et de l'Europe, par Girard de Rialle.

L'Indo-Chine française, par Faque.

Géographie physique, par Geikie.

Continents et Océans, par Grove (avec figures).

Les Frontières de la France, par P. Gaffarel, [illegible]

L'Afrique française, par A. Joyeux.

Madagascar, par A. Milhaud, agrégé [illegible]

Les grands ports de commerce, par D. Bellet.

COSMOGRAPHIE

Les Entretiens de Fontenelle sur la pluralité des mondes, mis au courant de la science, par Boillot.

Le Soleil et les Étoiles, par le P. Secchi, Briot, Wolf et Delaunay. 2e édition (avec figures).

Les Phénomènes célestes, par Zurcher et Margollé.

A travers le ciel, par Amigues, proviseur du lycée [illegible]

Origines et fin des mondes, par Ch. Richard. 3e édition.

Notions d'astronomie, par L. Catalan. [illegible] édition (avec figures).

[illegible] de la société, par [illegible]

SCIENCES PHYSIQUES [illegible]

[illegible] l'Atmosphère, par [illegible]

[illegible] de l'atmosphère, [illegible], 7e édit.

Histoire de l'air, par Albert-Lévy.

Histoire de la terre, par Brothier.

Principaux faits de la chimie, par Bovant, prof. au lycée Charlemagne.

Les Phénomènes de la mer, par E. Margollé. 5e édit.

L'Homme préhistorique, par Zaborowski. 2e édit.

Les Mondes disparus, du même.

Les grands Singes, du même.

Histoire de l'eau, par Bouant, prof. au lycée Charlemagne (avec gravures).

[illegible]

Figures [illegible] [illegible]

Premières Notions [illegible] par Th. [illegible]

La Chasse et la Pêche des animaux, par [illegible]

Zoologie générale, par [illegible]

Botanique générale, par [illegible] (avec figures).

La Vie dans les mers, par [illegible]

Les Insectes nuisibles, par A. [illegible]

PHILOSOPHIE

La Vie éternelle, par Enfantin. 2e [illegible]

Voltaire et Rousseau, par [illegible]. 3e [illegible]

Histoire populaire de la philosophie, par L. Brothier. 3e édit.

La Philosophie zoologique, par Victor Meunier. 3e édit.

L'Origine du langage, par [illegible]

Physiologie de l'esprit, par [illegible] (avec figures).

L'Homme est-il libre? par G. [illegible]

La Philosophie positive, par le [illegible] Robinet. 2e édition.

ENSEIGNEMENT

De l'Éducation, par H. Spencer. [illegible]

La Statistique humaine de la France, par J. [illegible]

Le Journal, [illegible]

De l'Enseignement professionnel, par Corbon. 3e édit.

Les Délassements du travail, par Maurice [illegible]. 2e [illegible]

Le Budget du foyer, par H. Leneveux.

Paris municipal, par H. Leneveux.

Histoire des institutions de la France, par H. [illegible]

L'Art et les Artistes en France, par [illegible]. 4e édit.

Premiers principes des beaux-arts, [illegible]

ÉCONOMIE DOMESTIQUE

par J. [illegible] (avec gravures).

Économie politique, par [illegible] Stanley [illegible]

Le Patriotisme à l'école, par [illegible] colonel d'artillerie.

Histoire du libre-échange en Angleterre, par Mongredien.

Économie rurale et agricole, par [illegible]

La Richesse et le Bonheur, par [illegible] Coste.

Alcoolisme ou épargne, [illegible], par Ad. Coste.

L'Alcool et la lutte contre l'alcoolisme, par [illegible]

Les plantes d'appartement, de fenêtres et de balcons, par A. [illegible]

DROIT

La Loi civile en France, par [illegible]. 3e édit.

La Justice criminelle en France, G. Jourdan. 3e édit.

[illegible]

